الفصل الأول : التيار الكهربي وقانون أوم

(١) لحساب كمية الكهربية $Q = Ne = It = \frac{W}{V} = CV$ وعدد الالكترونات المارة $N = \frac{Q}{e} = \frac{It}{e}$

(٢) لحساب شدة التيار $I = \frac{Q}{t} = \frac{Ne}{t} = \nu e = \frac{e}{T} = \frac{eV_{\text{سرعة}}}{2\pi r} = \frac{V}{R} = \frac{P_w}{V} = \sqrt{\frac{P_w}{R}}$

(٣) لحساب فرق الجهد $V = \frac{W}{Q} = \frac{W}{It} = \frac{W}{Ne} = \frac{P_w}{I} = \sqrt{P_w . R} = IR$

(٤) قانون أوم $V = IR$

(٥) مساحة مقطع السلك الاسطواني = مساحة الدائرة = $A = \pi r^2$

٦) لحساب القدرة الكهربية $P_w = \frac{W}{t} = VI = \frac{V^2}{R} = I^2R$

وللمقارنة بين القدرة المستهلكة في مقاومتين (توالي أو توازي) فإذا كان :

أ) شدة التيار المار فيهما متساوية (متصلين علي التوالي فأكثر المصابيع إضاءة أكبرهم مقاومة) $\frac{P_{w1}}{P_{w2}} = \frac{I^2R_1}{I^2R_2} = \frac{R_1}{R_2}$ (طردي)

ب) فرق الجهد بين طرفيهما متساوي (متصلين علي التوازي فأكثر المصابيع إضاءة اقلهم مقاومة) $\frac{P_{w1}}{P_{w2}} = \frac{V^2}{R_1} \times \frac{R_2}{V^2} = \frac{R_2}{R_1}$ (عكسي)

(٧) لحساب الطاقة الكهربية المستنفذة $W = VQ = VIt = P_w t = \frac{V^2}{R}t = I^2Rt$

(٨) لحساب المقاومة الكهربية $R = \frac{V}{I} = \frac{\rho_e L}{A} = \frac{\rho_e L}{\pi r^2} = \frac{L}{\sigma A} = \frac{V^2}{P_w} = \frac{P_w}{I^2} = \frac{W}{IQ} = \frac{Vt}{Q} = \frac{Vt}{Ne} = \frac{\rho_e L^2}{V_{Ol}} = \frac{\rho_e V_{Ol}}{A^2}$

(٩) للمقارنة بين مقاومتين $\frac{R_1}{R_2} = \frac{\rho_{e1} L_1 A_2}{\rho_{e2} L_2 A_1} = \frac{\rho_{e1} L_1 r_2^2}{\rho_{e2} L_2 r_1^2} = \frac{\sigma_2 L_1 A_2}{\sigma_1 L_2 A_1}$

(١٠) لحساب المقاومة النوعية $\rho_e = \frac{RA}{L} = \frac{R\pi r^2}{L} = \frac{1}{\sigma}$ و لحساب التوصيلية الكهربية $\sigma = \frac{L}{RA} = \frac{L}{R\pi r^2} = \frac{1}{\rho_e}$

وللمقارنة بين المقاومتين النوعيتين $\frac{\rho_{e1}}{\rho_{e2}} = \frac{R_1 A_1 L_2}{R_2 A_2 L_1} = \frac{R_1 L_2 r_1^2}{R_2 L_1 r_2^2} = \frac{\sigma_2}{\sigma_1}$

وللمقارنة بين التوصيليتين الكهربيتين $\frac{\sigma_1}{\sigma_2} = \frac{R_2 A_2 L_1}{R_1 A_1 L_2} = \frac{R_2 L_1 r_2^2}{R_1 L_2 r_1^2} = \frac{\rho_{e2}}{\rho_{e1}}$

(١١) عند سحب سلك بانتظام (أو أعيد تشكيل سلك) تكون المقاومة النوعية والتوصيلية عند السحب ثابتة

ويكون حجم السلك قبل السحب = حجم السلك بعد السحب $R \alpha \frac{1}{r^4}$,, $R \alpha \frac{1}{A^2}$,, $R \alpha L^2$

ونتعامل بهذا القانون $\frac{R_1}{R_2} = \frac{L_1 A_2}{L_2 A_1} = \frac{L_1^2}{L_2^2} = \frac{A_2^2}{A_1^2} = \frac{r_2^4}{r_1^4} = \frac{I_2}{I_1}$ فيكون

أ) مقدار الزيادة في الطول تعادل مقدار النقص في مساحة المقطع $\frac{L_1}{L_2} = \frac{A_2}{A_1} = \frac{r_2^2}{r_1^2}$,النسبة بين القطرين كالنسبة بين نصفي القطرين

ب) وإذا ثني سلك من منتصفه ثم أعيد توصيلة : فان الطول يقل للنصف ومساحة المقطع تزداد للضعف والمقاومة تقل للربع

ج) إذا قسم سلك مقاومته R إلي أجزاء متساوية : تكون مقاومة كل جزء هي (المقاومة الكلية علي عدد الأجزاء) $R = \frac{R_1}{N}$



مراجعة قوانين ((مذكرات الرضوان للمراجعة))

أستاذ / علاء رضوان 2024 محافظة بني سويف

ميجا	كيلو	سنتي	ميللي	مايكرو	نانو	بيكو
M	k	C	m	μ	n	p
10^{6}	10^{3}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-6}	10^{-9}	10^{-12}

الأنجستروم A^0

و حدة قياس خاصة للطول فقط وتساوي 10^{-10} من المتر

$A^0 \xrightarrow{\times 10^{-10}} m$ ، $m \xrightarrow{\times 10^{10}} A^0$

الإلكترون فولت eV

وحدة قياس خاصة بالطاقة وللتحويل للجول

$eV \xrightarrow{\times 1.6\times 10^{-19}} J$ ، $J \xrightarrow{\div 1.6\times 10^{-19}} eV$

كيلومتر/ساعة Km\h $\xrightarrow{\frac{5}{18}}$ متر/ث m\s

دورة/دقيقة $\xrightarrow{\div 60}$ دورة/ث Hz

محيط المربع	4 L	مساحة الدائرة	πr^2
محيط الدائرة	$2\pi r$	مساحة المستطيل	الطول × العرض
محيط المستطيل	(الطول + العرض) × ٢	حجم متوازي المستطيلات	الطول×العرض×الارتفاع
مساحة المربع	L^2	طول السلك الملفوف بشكل دائري	محيط اللفة الواحدة × عدد اللفات = $n \times 2\pi r$

كم تكون قيمة I_3 , I_2 , I_1 من المعادلات الآتية :

1) $I_1 = I_2 + I_3$ 2) $12 = 3I_1 + 4I_2$ 3) $5 = 4I_2 - 2I_3$

أ) كتابة المعادلات كاملة بحيث تحتوي كل معادلة على المجاهيل الثلاثة .

1) $I_1 - I_2 - I_3 = 0$ 2) $3I_1 + 4I_2 + 0I_3 = 12$ 3) $0I_1 + 4I_2 - 2I_3 = 5$

ب) الحاسبة : اضغط on ← ثم Mood ← ثم EQn ← ثم اضغط 2 ($a_n x + b_n y + c_n z = d_n$)

ثم كتابة معاملات المجاهيل في المعادلات الثلاثة فنضغط بالترتيب لهذا المثال

1= -1= -1= 0= 3= 4= 0= 12= 0= 4= -2= 5= =

النتائج : 0.5 ,, 1.5 ,, 2

تحويل النظام العشري (العدد التناظري) إلى كود رقمي (عدد ثنائي)

◄ بالآلة الحاسبة : (mode ثم 4 ثم أكتب الرقم ثم = ثم log)

تحويل الكود الرقمي (النظام الثنائي) إلى عدد عشري (تناظري)

◄ بالآلة الحاسبة : (mode ثم 4 ثم log ثم أكتب الرقم ثم = ثم X^2)

الفصل السابع: الليزر	فرق الطور = فرق المسار × $\frac{2\pi}{\lambda}$	$\pi = 180^0$

الفصل الثامن: الالكترونيات الرقمية

(١) إذا كانت البلورة نقية فإن :-

أ- تركيز الفجوات الموجبة = تركيز الإلكترونات الحرة السالبة

ب- التركيز الكلي للشحنات = تركيز الفجوات الموجبة × 2 او تركيز الإلكترونات الحرة ×2

(٢) قانون فعل الكتلة $n \cdot p = n_i^2$

n) تركيز الالكترونات في البلورة المطعمة او تركيز الشوائب الخماسية أو تركيز الايونات الموجبة)

p) تركيز فجوات البلورة المطعمة أو تركيز الشوائب الثلاثية أو تركيز الايونات السالبة)

ni^2) مربع تركيز الالكترونات أو الفجوات في البلورة النقية)

بلورة من النوع السالب (n - type)	بلورة من النوع الموجب (P - type)
$n = P + N_D^+$	$P = n + N_A^-$
تركيز الإلكترونات $n = N_D^+$	تركيز الفجوات $p = N_A^-$
تركيز الفجوات الموجبة $P = \frac{n_i^2}{N_D^+}$	تركيز الإلكترونات الحرة $n = \frac{n_i^2}{N_A^-}$

(٤) الترانزستور كمكبر (أ) لتعين تيار الباعث $I_E = I_C + I_B$

(ب) نسبة توزيع التيار α_e $\alpha_e = \frac{I_c}{I_E} = \frac{\beta_e}{1+\beta_e}$

(ج) نسبة التكبير β_e ، $\beta_e = \frac{I_c}{I_B} = \frac{\alpha_e}{1-\alpha_e}$

النسب بين المعاملات $\frac{\beta_e}{\alpha_e} = \frac{I_E}{I_B} = \frac{1}{1-\alpha_e} = 1+\beta_e$,, → ,, $\frac{\alpha_e}{\beta_e} = \frac{I_B}{I_E} = \frac{1}{1+\beta_e} = 1-\alpha_e$

(٥) الترانزستور كمفتاح $V_{CC} = V_{CE} + I_C R_C$ جهد البطارية في الترانزستور

(٦) التحويل من العشري للنظام الثنائي

عدد تناظري 57 شفرة $(111001)_2$

العدد / 2	$\frac{57}{2}$	$\frac{28}{2}$	$\frac{14}{2}$	$\frac{7}{2}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{1}{2}$
الناتج	28	14	7	3	1	0
الباقي	1	0	0	1	1	1

بالآلة الحاسبة :

(mode ثم 4 ثم أكتب الرقم ثم = ثم log)

(٧) التحويل من النظام الثنائي للعشري بالآلة الحاسبة :

(mode ثم 4 ثم log ثم أكتب الرقم ثم = ثم X^2)

الكود	1	0	0	1	1	1	المجموع
النظام الثنائي	2^0	2^1	2^2	2^3	2^4	2^5	
الناتج	1	0	0	8	16	32	57

مع تمنياتي بالتفوق الدائم أ / علاء رضوان ٢٠٢٤

$$\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{V_2}{V_1}}$$

سرعة جهد

لا تنسي السرعة تتناسب طرديا مع الجذر التربيعي للجهد $v = \sqrt{\frac{2eV}{m_e}}$ وبالتالي

(٦) لمعرفة إذا كان الميكروسكوب يستطيع رؤية الفيروس أم لا

A) نحسب أولاً سرعة الإلكترون المعجل المستخدم بالميكروسكوب $v = \sqrt{\frac{2eV}{m_e}}$

B) نعين الطول الموجي المصاحب لحركة الإلكترون من علاقة دي برولي $\lambda = \frac{h}{mv}$

إذا كان الطول الموجي أصغر أو يساوي أبعاد الفيروس فيمكن رؤية الفيروس وإذا كان أكبر من أبعاد الفيروس لا يمكن رؤية الفيروس

الفصل السادس: الأطياف الذرية

(١) نصف قطر مدار الإلكترون في ذرة الهيدروجين $r = \frac{n\lambda}{2\pi} = \frac{nh}{2\pi m_e v}$,, $2\pi r = n\lambda$

(٢) لحساب طاقة أي مستوى طاقه فى ذرة الهيدروجين بوحدة الإلكترون فولت $E_n = -\frac{13.6}{n^2}.eV$ طاقة المستوي بوحدة الإلكترون فولت

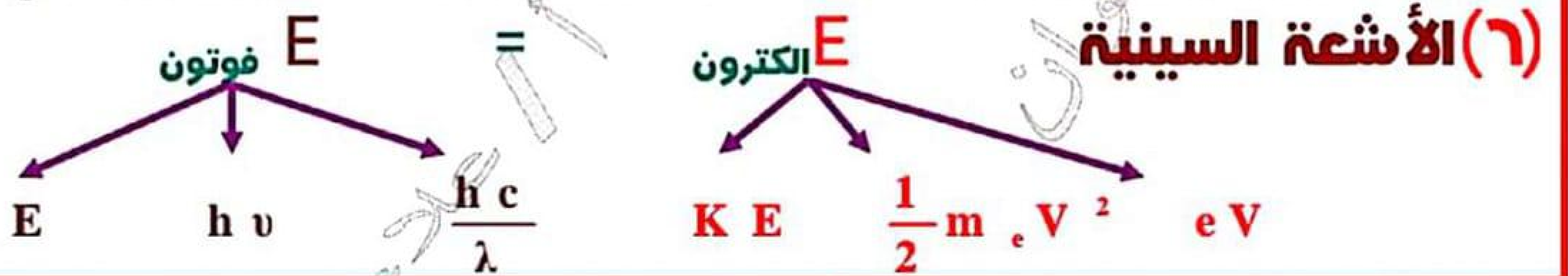
(٣) لتعين طاقة الفوتون الناتج من انتقال إلكترون بين مستويين $E = E_2 - E_1 = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$

$$\Delta E = E_{أكبر} - E_{أقل} = \left(\frac{-13.6}{n^2_{أكبر}} - \frac{-13.6}{n^2_{أقل}}\right) 1.6 \times 10^{-19} = \frac{hc}{\lambda} = h\upsilon$$

(٤) للحصول على أكبر طول موجي (أقل طاقه) في أي متسلسلة $\Delta E = E_{n+1} - E_n = h\nu_{min} = \frac{hc}{\lambda_{max}}$

(٥) للحصول على أقل طول موجي (أكبر طاقه) في أي متسلسلة $\Delta E = E_\infty - E_n = 0 - E_n = \frac{hc}{\lambda_{min}} = h\upsilon_{max}$ حيث (E_∞ = صفر)

(٦) الأشعة السينية



(٧) حساب الطول الموجي للطيف المستمر $\lambda_{min} = \frac{hc}{E} = \frac{hc}{ev}$

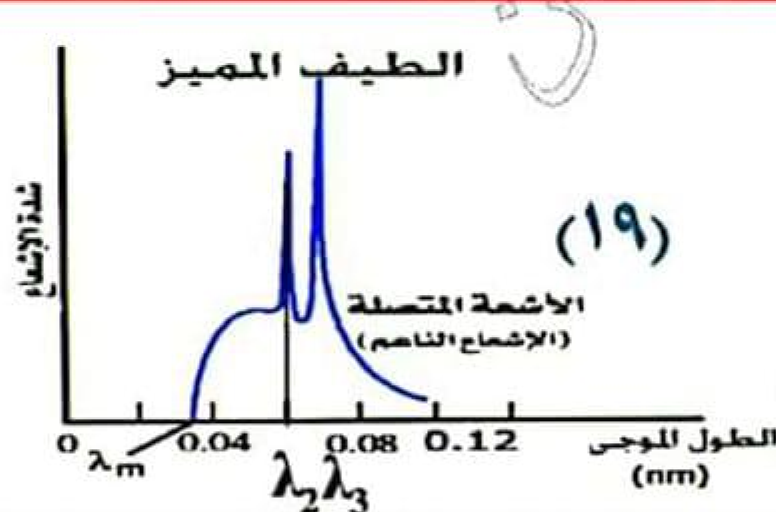
(٨) حساب الطول الموجي للطيف المميز $\lambda = \frac{hc}{\Delta E}$

(٩) لحساب عدد الالكترونات المنبعثة من الفتيلة $N = \frac{I}{e}$ وطاقة أشعة أكس بدلالة الكفاءة ((الطاقة = الكفاءة × الطاقة الكهربية VIt))

(١٠) أ- أكبر طاقة لطيف الأشعة السينية $E = \frac{hc}{\lambda_m}$ واكبر فرق جهد $eV = \frac{hc}{\lambda_m}$

واكبر تردد لطيف الأشعة السينية (أو للطيف المستمر) $v = \frac{C}{\lambda_m}$

ب- أكبر طاقة للطيف الخطي $E = \frac{hc}{\lambda_2}$ واقل طاقة للطيف الخطي $E = \frac{hc}{\lambda_3}$



(هـ) القوه التي يؤثر بها شعاع ضوئي على سطح $F=\frac{\Delta P_L}{\Delta t}=\frac{2mc}{\Delta t}=2mc\varphi_L\frac{2E\varphi_L}{C}=\frac{2h\nu\varphi_L}{C}=\frac{2h}{\lambda}\varphi_L=\frac{2P_w}{C}$ (N)

(و) قدرة الفوتون $P_w = h\nu\Phi_L = E\Phi_L = \frac{hC}{\lambda}\Phi_L = \frac{hC}{\lambda t}$ (watt)

(ي) عدد الفوتونات في الثانية الواحدة $\varphi_L = \frac{P_w}{h\nu}$ ولو عدد الفوتونات خلال زمن $N = \varphi_L t = \frac{P_w t}{h\nu}$

(ن) معادلة أينشتين عند تحول الكتلة إلى طاقة $E = mC^2$

(٢) قانون فين $\lambda_{m1}\times T_1 = \lambda_{m2}\times T_2$ لاحظ أن: الدرجة بالكلفن = الدرجة بالسليزيوس + 273

(٣) الظاهرة الكهروضوئية

$$E = E_w + KE$$

E: $h\upsilon$ ، $\frac{hc}{\lambda}$ — E_w: $h\upsilon_c$ ، $\frac{hc}{\lambda_c}$ — KE: $\frac{1}{2}m_eV^2$ ، eV

ج) تتوزع طاقة الفوتون الساقط علي السطح المعدني $E=h\upsilon=\frac{hc}{\lambda}=E_w+KE=h\upsilon_c+\frac{1}{2}m_eV^2=\frac{hc}{\lambda_c}+\frac{1}{2}m_eV^2$

تنبعث الكترونات إذا كانت $(\upsilon\geq\upsilon_C)$ او $(E\geq E_W)$ أ- نعين أولا دالة الشغل $E_W=\frac{hC}{\lambda_c}$ ب- نعين طاقة الفوتون الساقط $E=\frac{hc}{\lambda}$

أ) دالة الشغل للسطح $E_W = h\upsilon_c = \frac{hC}{\lambda_c} = E - KE = h\upsilon - \frac{1}{2}m_eV^2 = \frac{hC}{\lambda} - \frac{1}{2}m_eV$

(ب) طاقة حركة الإلكترون المنبعث $KE=\frac{1}{2}mv^2=E-E_w=h\nu-h\nu_c=h(\nu-\nu_c)=hC(\frac{1}{\lambda}-\frac{1}{\lambda_c})$

(٤) ظاهرة كومتون

$h\upsilon$ فوتون ساقط $= h\upsilon$ فوتون متشتت $+ \frac{1}{2}m_ev^2$

الفرق في طاقة الفوتون قبل وبعد التصادم = طاقة الحركة التي يكتسبها الإلكترون

الفوتون	يزداد	الطول الموجي ونصف القطر	(قانون بقاء كمية التحرك) $c(m - m') = m_e(v' - v)$
	يقل	الطاقة والكتلة وكمية التحرك والتردد	
	يظل ثابت	السرعة وتساوي سرعة الضوء	
الإلكترون	يزداد	الطاقة والسرعة و كمية التحرك والتردد	(قانون بقاء الطاقة) $h(\upsilon - \upsilon') = \frac{1}{2}m_e(v^{2\prime} - v^2)$
	يقل	الطول الموجي	
	يظل ثابت	الكتلة ونصف القطر	

(٥) قوانين الإلكترون في أنبوبة أشعة الكاثود أو الميكرسكوب الالكتروني

أ) إذا وضع إلكترون في مجال كهربي فرق الجهد له (V) فإنه يتم تعجيله حيث يكتسب طاقه تتحول إلى طاقة حركه (١٨)

فرق الجهد $eV = \frac{1}{2}m_ev^2$ السرعة حيث الطاقة (بالجول) = الطاقة (بالإلكترون فولت) × شحنة الإلكترون (($E=eV$))

أ) علاقة دى برولي لتعين الطول الموجي المصاحب لأي جسيم متحرك (m) $\lambda=\frac{h}{P_L}=\frac{h}{mv}$ ٩٩ $\frac{\lambda_1}{\lambda_2}=\frac{m_2v_2}{m_1v_1}$

$KE = eV = \frac{1}{2}\times\frac{h^2}{m_e.\lambda^2} = \frac{1}{2}\times\frac{P^2}{m_e}$ ٩٩٩٩ الطول الموجي للالكترون $\lambda_e=\frac{h}{mv}=\frac{h}{\sqrt{2mKE}}=\frac{h}{\sqrt{2me\grave{}V}}$

ف) عدد مرات وصول التيار المتردد إلى النهاية العظمى بدء من الوضع العمودي = 2Ft ومن الموازي = 2Ft + 1

ق) عدد مرات وصول التيار المتردد إلى الصفر(انعدام التيار) بدء من الوضع العمودي = 2Ft + 1 ومن الموازي = 2Ft

ك) لحساب القدرة الكهربية $P_w = \frac{W}{t} = V_{eff} I_{eff} = \frac{1}{2} V_{max} I_{max} = \frac{V_{eff}^2}{R} = \frac{1}{2}\frac{V_{max}^2}{R} = I_{eff}^2 R = \frac{1}{2} I_{max}^2 R$ watt

ل) لحساب الطاقة الكهربية المستنفذة $W = P_w t = V_{eff} I_{eff} t = \frac{1}{2} V_{max} I_{max} t = \frac{V_{eff}^2}{R} t = \frac{1}{2}\frac{V_{max}^2}{R} t = I_{eff}^2 R t = \frac{1}{2} I_{max}^2 R t$ j

م) النسبة بين الزوايا أثناء الدوران تساوي النسبة بين الأزمنه التي تتحقق فيها هذه الزوايا $\frac{t_1}{t_2} = \frac{\theta_1}{\theta_2}$

(٦) المحول الكهربي

أ) المحول المثالي (كفاءة=١٠٠%) $(V_P I_P = V_S I_S)$ $(P_{ws} = P_{wp})$ $\frac{V_P}{V_S} = \frac{N_P}{N_S} = \frac{I_S}{I_P}$

إذا كان المحول له ملفان ثانويان وتم غلق دائرة الملفين معا وكان المحول مثالي فان

قدرة الابتدائي = قدرة الملفان $P_p = P_{s_1} + P_{s_2}$ $(V_P I_P = V_{S1} I_{S1} + V_{S2} I_{S2})$

ولمعرفة عدد لفات كل ملف ثانوي $\frac{V_P}{V_{S2}} = \frac{N_P}{N_{S2}} \Rightarrow\Rightarrow\Rightarrow \frac{V_P}{V_{S1}} = \frac{N_P}{N_{S1}}$ كل جهاز علي حده

ب) محول غير مثالي (عند ذكر الكفاءة) $(P_{ws} = \eta P_{wp})$

$$\eta = \frac{W_S}{W_P} \times 100 = \frac{P_{WS}}{P_{WP}} \times 100 = \frac{V_S I_S}{V_P I_P} \times 100 = \frac{V_S N_P}{V_P N_S} \times 100 = \frac{V_S \text{للفـــــه}}{V_P \text{للفـــــه}} \times 100$$

إذا كان المحول له ملفان ثانويان وتم غلق دائرة الملفين معا وكان المحول غير مثالي

$(P_{ws1} + P_{ws2} = \eta P_{wp})$ $\eta = \frac{(V_{S1} + V_{S2}) N_P}{V_P (N_{S1} + N_{S2})}$ $\eta = \frac{P_{S_1} + P_{S_2}}{P_P} = \frac{V_{S_1} I_{S_1} + V_{S_2} I_{S_2}}{V_P I_P}$

لاحظ (أ) لو ذكر أن المحول يعمل علي مصدر قوته الدافعة أو يرفع الجهد من (إذا المقصود V_P) وإذا ذكر يعطي قوة دافعة أو رفع الجهد إلي (إذا المقصود V_S)

(ب) لو رسم محول فيكون نوعه حسب عدد اللفات فلو رافع يكون (عدد لفات الثانوي أكبر من عدد لفات الابتدائي) والعكس

ج) عند اتصال الملف الابتدائي للمحول بمولد يكون $V_P = emf_{eff}$ أو إذا ذكر تساوي عظمي $V_P = emf_{max}$

د) ألقدره المفقودة في الأسلاك $= I^2 R$ هـ) الجهد المفقود $= R_{\text{سلك}} \times I_{\text{سلك}}$

و) شدة التيار عند المحطة = القدرة عند المحطة ÷ فرق الجهد عند المحطة $I = \frac{P_W}{V}$

(٧) المحرك الكهربي (الموتور)

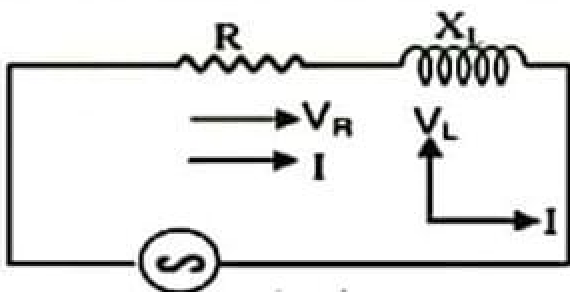
شدة التيار لحظة نمو أو انكماش مجال $\therefore I = \frac{V_{B\,\text{المصدر}} - emf_{\text{العكسية}}}{R}$ حيث R هي مقاومة دائرة الموتور

شدة التيار المحرك للموتور (I) =

الفرق بين التيارين (تيار البطارية I_1 – التيار العكسي المتولد بالحث الكهرومغناطيسي)

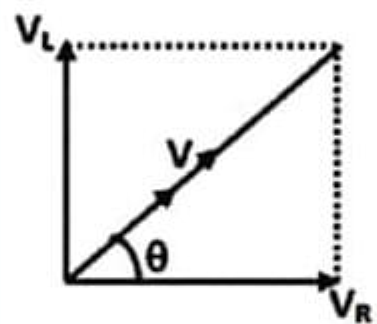
بيمر تيار فى ملف الموتور $I = I_1 - I_2$

(٥) دائرة تيار متردد تحتوي علي مقاومة اومية وملف حث علي التوالي RL



فرق الجهد الكلي V لا يتفق في الطور مع شدة التيار ولكنه يتقدم عنه

أ) لحساب شدة التيار الفعالة $I = \frac{V}{Z} = \frac{V_R}{R} = \frac{V_L}{X_L}$

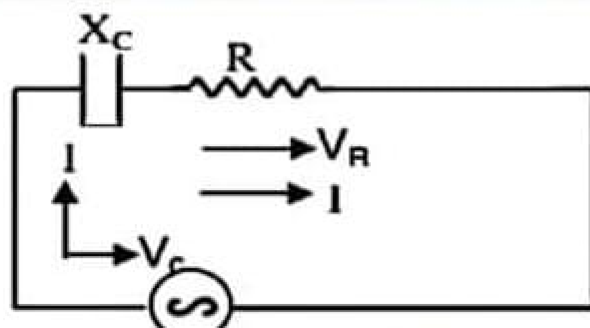


ب) لحساب فرق الجهد الكلي V $V = \sqrt{V_R^2 + V_L^2}$ ج) المعاوقة $Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$

د) لحساب زاوية الطور θ التي يتقدم بها فرق الجهد الكلي V علي التيار I $\tan\theta = \frac{V_L}{V_R} = \frac{X_L}{R}$

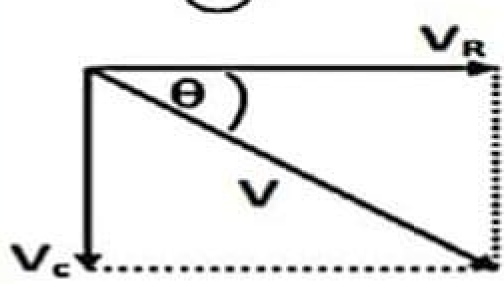
هـ) في حالة دائرة بها ملف حث ومقاومة أومية ومصدر تيار مستمر فان $I = \frac{V_B}{R}$,,,, $X_L = 0$,,,, $Z = R$

(٦) دائرة تيار متردد تحتوي علي مقاومة اومية ومكثف علي التوالي RC



فيكون فرق الجهد الكلي V لا يتفق في الطور مع شدة التيار بل يتأخر عنه .

أ) لحساب شدة التيار الفعالة $I = \frac{V}{Z} = \frac{V_R}{R} = \frac{V_C}{X_C}$

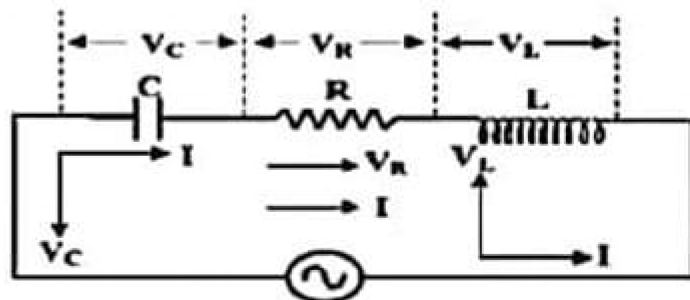


ب) لحساب فرق الجهد الكلي V $\therefore V = \sqrt{V_R^2 + V_C^2}$ ج) المعاوقة $Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$

د) لحساب زاوية الطور θ التي يتأخر بها فرق الجهد الكلي V علي التيار I $\tan\theta = \frac{-V_C}{V_R} = \frac{-X_C}{R}$

هـ) في حالة دائرة بها مكثف ومقاومة أومية ومصدر تيار مستمر فان $I = 0$,,,,, $X_C = \infty$,,,,, $Z = \infty$

(٧) دائرة تيار متردد تحتوي علي مقاومة اومية وملف حث ومكثف موصلة جميعاً علي التوالي RLC



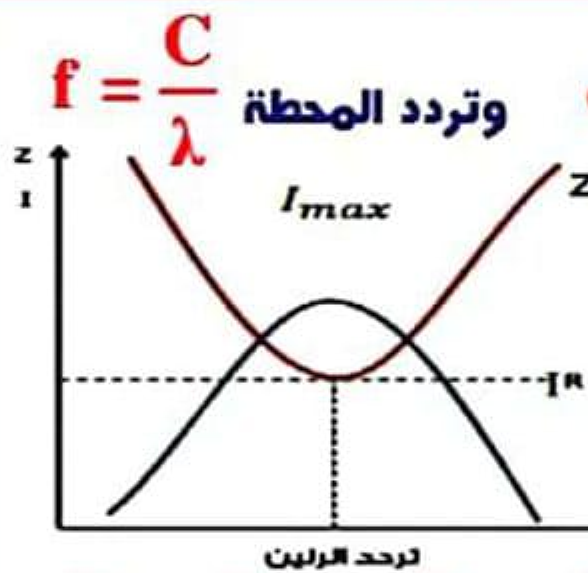
أ) لحساب شدة التيار الفعالة $I = \frac{V}{Z} = \frac{V_R}{R} = \frac{V_L}{X_L} = \frac{V_C}{X_C}$

ج) لحساب فرق الجهد الكلي $V = \sqrt{V_R^2 + (V_L - V_C)^2}$ د) لحساب المعاوقة الكلية $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$

هـ) لحساب زاوية الطور θ (أو بين الجهد الكلي V وفرق الجهد عبر المقاومة V_R) $\tan\theta = \frac{V_L - V_C}{V_R} = \frac{X_L - X_C}{R}$

(٨) دائرة الرنين

تردد دائرة الرنين $F = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ والسرعة الزاوية $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ وتردد المحطة $f = \frac{C}{\lambda}$



للمقارنة بين تردد دائرتي رنين $\frac{F_1}{F_2} = \sqrt{\frac{L_2C_2}{L_1C_1}}$ ولنفس الملف بالدائرتين فيكون $L_1 = L_2$

فان $\frac{F_1}{F_2} = \sqrt{\frac{C_2}{C_1}}$ ولنفس المكثف بالدائرتين فيكون $C_1 = C_2$ فان $\frac{F_1}{F_2} = \sqrt{\frac{L_2}{L_1}}$

خواص دائرة الرنين $V_{كلي} = V_R$,, $\theta = 0$,, $I = \frac{V}{R}$,, $Z = R$,, $V_L = V_C$,, $X_L = X_C$

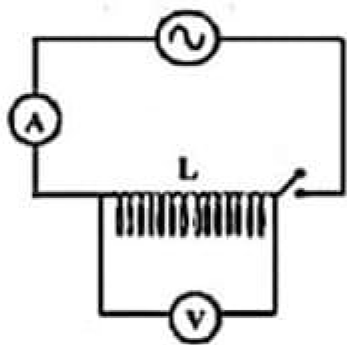
الفصل الخامس : ازدواجية الموجة والجسيم

(١) قوانين الفوتون

أ) كتلته $m = \frac{E}{C^2} = \frac{h\nu}{C^2} = \frac{h}{\lambda C} = \frac{P_L}{C}(kg)$ (ب) كمية حركته $P_L = mC = \frac{h\nu}{C} = \frac{E}{C} = \frac{h}{\lambda}(kg.m\backslash s)$

ج) طاقته $E = h\nu = \frac{hC}{\lambda} = mC^2 = P_LC(j)$ (د) الطول الموجي $\lambda = \frac{h}{p_L} = \frac{h}{mC} = \frac{hC}{E} = \frac{C}{\upsilon}(m)$

(٣) دائرة تيار متردد تحتوي علي ملف حث عديم المقاومة

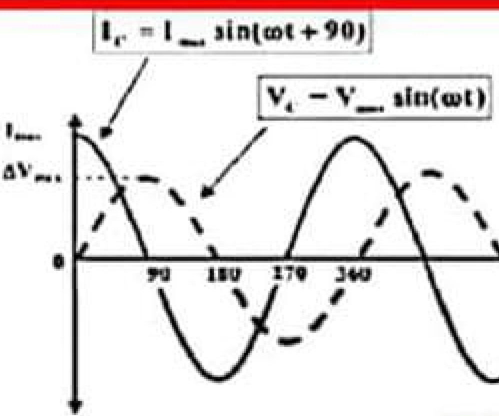


فيكون فرق الجهد (V) متقدماً في الطور علي التيار بزاوية 90^0 (ربع دورة $\frac{\pi}{2}$) بسبب الحث الذاتي للملف

$$V_L = V_{max} \sin(\omega t + 90) \quad ,,, \quad I = I_{max} \sin(\omega t)$$

(أ) المفاعلة الحثية $X_L = 2\pi F L = \omega L$ (ب) شدة التيار المار في الملف $I = \frac{V_L}{X_L}$

(ج) للمقارنة بين المفاعلة الحثية لملفين : $\frac{X_{L1}}{X_{L2}} = \frac{F_1 L_1}{F_2 L_2} = \frac{\omega_1 L_1}{\omega_2 L_2}$



(د) معامل الحث والمفاعلة الحثية للتيار المتردد في عدة ملفات متصلة معاً علي التوالي

$$L_t = L_1 + L_2 + L_3 ,,,,,,,,,, X_{Lt} = X_{L1} + X_{L2} + X_{L3}$$

ملفات متماثلة عددها (n) $L_t = nL \quad ,, X_{Lt} = nX_L$

(هـ) معامل الحث والمفاعلة الحثية للتيار المتردد في عدة ملفات متصلة معاً علي التوازي

$$\frac{1}{L_t} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \frac{1}{L_3} ,,,,,,,,,, \frac{1}{X_{Lt}} = \frac{1}{X_{L1}} + \frac{1}{X_{L2}} + \frac{1}{X_{L3}}$$

ملفات متماثلة $L_t = \frac{L}{n} \quad ,, X_{Lt} = \frac{X_L}{n}$ ملفان توازي $L_t = \frac{L_1 L_2}{L_1 + L_2} \quad ,, X_{Lt} = \frac{X_{L1} X_{L2}}{X_{L1} + X_{L2}}$

(٤) دائرة تيار متردد التيار المتردد في دائرة بها مكثف

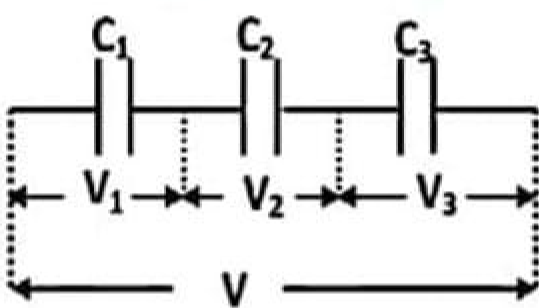
التيار يتقدم في الطور علي فرق الجهد بزاوية 90^0 (بربع دورة)

أي أن فرق الجهد يتخلف عن التيار بزاوية 90^0 بسبب سعة المكثف .

$$V_C = V_{max} \sin(\omega t) \quad ,,, \quad I_C = I_{max} \sin(\omega t + 90)$$

(أ) سعة المكثف : $C = \frac{Q}{V}$ (ب) المفاعلة السعوية $X_C = \frac{1}{2\pi FC} = \frac{1}{\omega C}$

(ج) شدة التيار المتردد المار $I = \frac{V_C}{X_C}$ (د) للمقارنة بين المفاعلة السعوية لملفين : $\frac{X_{C1}}{X_{C2}} = \frac{F_2 C_2}{F_1 C_1} = \frac{\omega_2 C_2}{\omega_1 C_1}$

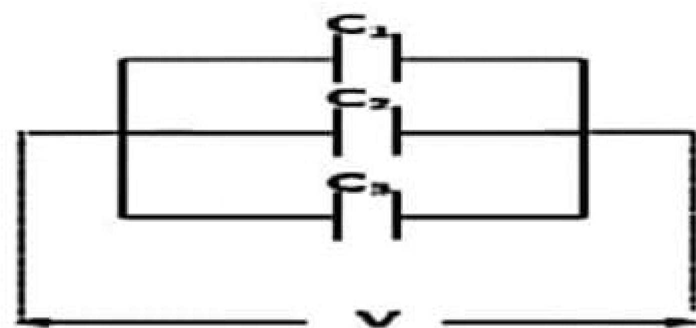


(هـ) سعة المكثف و المفاعلة السعوية للتيار المتردد في عدة مكثفات متصلة معاً علي التوالي

$$\frac{1}{C_t} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} \quad ,, X_{Ct} = X_{C1} + X_{C2} + X_{C3}$$

مكثفات متماثلة عددها (n) $X_{Ct} = nX_C \quad ,,, C_t = \frac{C}{n}$

(و) المفاعلة السعوية للتيار المتردد في عدة مكثفات متصلة معاً علي التوازي



$$C = C_1 + C_2 + C_3 \quad ,, \frac{1}{X_{Ct}} = \frac{1}{X_{C1}} + \frac{1}{X_{C2}} + \frac{1}{X_{C3}}$$

مكثفات متماثلة عددها (n) $X_{ct} = \frac{X_c}{n} \quad ,, C_t = n C$

١- توصيل عدة مكثفات علي التوالي بمصدر تيار مستمر	٢- توصيل عدة مكثفات علي التوازي بمصدر تيار مستمر
أ- يكون لكل مكثف نفس الشحنة $Q_t = Q_1 = Q_2$ ب- وبالتالي $C_t.V_t = C_1.V_1 = C_2.V_2$	أ- يكون لكل مكثف نفس فرق الجهد $V_t = V_1 = V_2$ ب- وبالتالي $\frac{Q_t}{C_t} = \frac{Q_1}{C_1} = \frac{Q_2}{C_2}$
تجزئ الشحنة بعكس نسب المفاعلات و بعكس نسب السعات	يجزئ فرق الجهد بنفس نسب المفاعلات وبنفس نسب السعات

(١) مختصر قوانين الفصل

((نسبة زوايا اللاميتر الحراري $\left(\frac{\theta_1}{\theta_2} = \frac{I_1^2}{I_2^2} \right)$

أ) التيار المار في أي دائرة هي I_{eff} والقوة الدافعة للمصدر (الدينامو) هي emf_{eff} (الفعاله) إلا إذا ذكر أنها العظمي

ب) لحساب التيار الكلي في جميع الدوائر $I = \frac{V_{المصدر}}{Z_{المعاوقة}}$ والمعاوقة حسب نوع الدائرة $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$

وفي دائرة RLC وحالة رنين $Z = R$ وفي حالة وجود عنصرين فقط نحذف العنصر الثالث فمثلاً

RL $Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$ و RC $Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$ و LC $Z = \sqrt{(X_L - X_C)^2} = |X_L - X_C|$

وفي حالة وجود أكثر من مقاومة أو ملف أو مكثف نحسب المكافئ لكل منهم علي حده أولاً ثم نطبق القانون

د) لحساب الجهد الكلي في جميع الدوائر $V = \sqrt{V_R^2 + (V_L - V_C)^2}$ وفي حالة وجود عنصرين فقط نحذف العنصر الثالث فمثلاً

RL $V = \sqrt{V_R^2 + V_L^2}$ و RC $V = \sqrt{V_R^2 + V_C^2}$ و LC $V = |V_L - V_C|$

هـ) لحساب زاوية الطور $\tan\theta = \frac{V_L - V_C}{V_R} = \frac{X_L - X_C}{R}$ وفي حالة وجود عنصرين فقط نحذف العنصر الثالث فمثلاً

RL $\tan\theta = \frac{V_L}{V_R} = \frac{X_L}{R}$ و RC $\tan\theta = \frac{-V_C}{V_R} = \frac{-X_C}{R}$

و) إذا كانت الدائرة في حالة رنين وبإزالة الملف أو المكثف أو وضع أو إزالة القلب الحديدي أو أي تغير فان المعاوقة تزداد ولكن بإزالة الملف والمكثف معاً تظل المعاوقة كما هي وتساوي المقاومة ويظل التيار ثابت ونهاية عظمي

ي) لجعل الدائرة التي تحتوي علي ملف ومقاومة RL في حالة رنين نصل مكثف بحيث يكون $X_L = X_C$

ولو تحتوي علي مكثف ومقاومة RC فنصل ملف حث بحيث يكون $X_L = X_C$

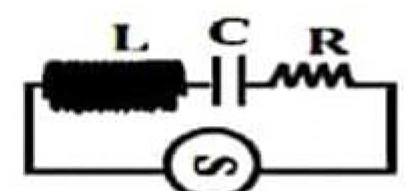
ل) القدرة المستنفذة في أي دائرة للتيار المتردد سواء RL أو RC أو RLC $P_W = I_{eff}^2 R = \frac{V_{eff}^2}{R}$ تكون القدرة المستنفذة في المقاومة الاومية فقط في صورة طاقة حرارية لان الملف والمكثف لا يستهلك أي منهما قدرة كهربية

ك) ملف الحث وله مقاومة أوميه في (حالة تيار مستمر فهو مقاومة فقط و $X_L = 0$ لان التردد $F = 0$)

بينما في حالة تيار متردد فهو دائرة RL نعين معاوقته $Z = \sqrt{(R_{مقاومة} + R_{ملف})^2 + X_L^2}$

ومن ثم فرق الجهد بين طرفيه $V = I\,Z$

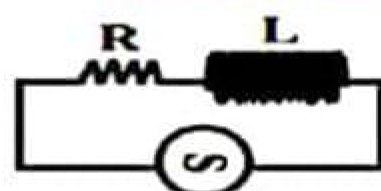
م) بزيادة التردد في الدوائر (المعاوقة - التيار)



في حالة رنين

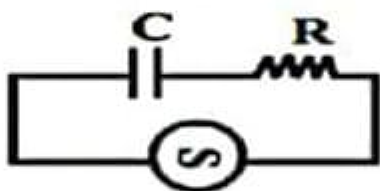
$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$

بزيادة f تزداد Z ويقل I



$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$

بزيادة f تزداد X_L ويزداد Z ويقل I



$Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$

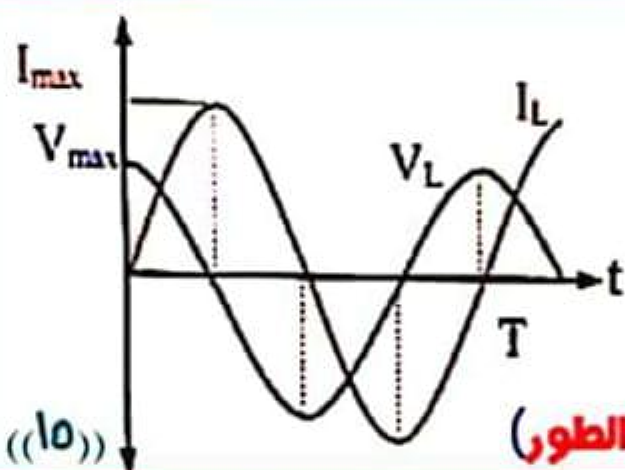
بزيادة f يقل X_C ويقل Z ويزداد I

٢) دائرة تيار متردد تحتوي علي مقاومة أومية عديمة الحث

(أ) فرق الجهد اللحظي بين طرفي المقاومة (R) $V = V_{max}\sin\theta = V_{max}\sin\omega t$

(ب) شدة التيار اللحظية (I) $I = \frac{V_{max}}{R}\sin\omega t \rightarrow \therefore I = I_{max}\sin\omega t$

(ج) فرق الجهد وشدة التيار في مقاومة أومية عديمة الحث متفقان في الطور(لهم نفس زاوية الطور)



ج) لحساب شدة التيار المستحث العظمى $\therefore I_{max} = \frac{emf_{max}}{R}$ $\because emf_{max} = I_{max} R$

د) لحساب شدة التيار المستحث اللحظي $I_{ins} = \frac{emf_{ins}}{R} = I_{max}\sin\theta = I_{max} \sin\omega t = I_{max} \sin 2\pi ft$

هـ) لحساب الزاوية وذلك عند

ذكر زمن دوران الملف	$\theta = \omega t = 2\pi Ft$ علما بان $\pi = 180$
بعد زمن قدره 3 ms	من الوضع الراسي (العمودي) $\theta = \omega t$ $\theta = \omega \times 3 \times 10^{-3}$ من الوضع الأفقي (الموازي) $\theta = \omega t + 90$ / $\theta = (\omega \times 3 \times 10^{-3}) + 90$
عند ذكر عدد الدورات (N)	$\theta = 360 \times N$ ($\frac{1}{12}$ من الدورة فتكون الزاوية 30^0)
لو قال احسب اللحظية بعد ¼ دورة	من الوضع العمودي فيكون أصبح موازي (إذا تكون emf_{max}) من الوضع الموازي فيكون أصبح عمودي (إذا تكون emf = zero)
دار الملف 30 درجة	من الوضع الراسي (العمودي) : $\theta = 30$ من الوضع الافقي (الموازي للفيض) : $\theta = 30 + 90 = 120$ أو $\theta = 60$

و) لحساب القوة الدافعة الكهربية الفعالة $emf_{eff} = 0.707 emf_{max} = \frac{emf_{max}}{\sqrt{2}} = emf_{max} \sin 45$

لاحظ لو أعطي قيمة محددة ل emf أو للتيار أو للقدرة أو للطاقة الناتجة يكون المقصود الفعالة

ي) لحساب شدة التيار الفعال $I_{eff} = 0.707 I_{max} = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}} = I_{max} \sin 45 = \frac{V_{eff}}{R}$

س) يحسب التردد (F) $F = \frac{N}{t} = \frac{1}{T} = \frac{\omega \to rad\backslash s}{2\pi \to (\frac{22}{7})} = \frac{\omega \to deg\backslash s}{2\pi \to (180)} = \frac{\theta \to deg}{2\pi \to (180)t}$

ص) متوسط ق .د.ك المستحثة خلال ربع دوره = المتوسط خلال نصف دوره

$$emf_{متوسطة} = \frac{NAB(\sin\theta_2 - \sin\theta_1)}{\Delta t}$$

$$emf_{\frac{1}{4},\frac{1}{2}} = -N\frac{\Delta\varphi_m}{\Delta t} = -4ABNF = -\frac{2}{\pi} emf_{max} = -\frac{2\sqrt{2}}{\pi} emf_{eff} = -N\frac{AB(\sin\theta_2 - \sin\theta_1)}{\Delta t}$$

emf المتوسطة إذا دار الملف بدء من الوضع الموازي				emf المتوسطة إذا دار الملف بدء من الوضع العمودي			
360^0 دورة كاملة	270^0 $\frac{3}{4}$ دورة	180^0 $\frac{1}{2}$ دورة	90^0 $\frac{1}{4}$ دورة	360^0 دورة كاملة	270^0 $\frac{3}{4}$ دورة	180^0 $\frac{1}{2}$ دورة	90^0 $\frac{1}{4}$ دورة
صفر	$-\frac{4}{3}ABNF$	صفر	-4ABNF	صفر	$-\frac{4}{3}ABNF$	-4ABNF	

ع) السرعة الخطية $V = 2\pi Fr = \omega r$ لاحظ يجب أن : تكون السرعة بوحدة m/s

وإذا كانت ب km/h بالضرب في $\frac{5}{18}$ حيث r نصف قطر المسار (نصف عرض الملف)

غ) السرعة الزاوية $\pi = \frac{22}{7}$ $\omega = \frac{\theta}{t} deg/s \to \omega = 2\pi F = \frac{V}{r} \Rightarrow \Rightarrow$

الفصل الثالث : الحث الكهرومغناطيسي

(1) قانون فاراداي $emf = -N\frac{\Delta\phi_m}{\Delta t}$ لاحظ أن $emf = IR = \frac{\Delta Q}{\Delta t}R = \frac{\Delta\varphi_m}{\Delta t} = -N\frac{A\Delta B}{\Delta t} = -N\frac{B\Delta A}{\Delta t} = -N\frac{AB\Delta\sin\theta}{\Delta t}$

(أ) ملفان كبير وصغير ويمر بالكبير تيار ثم قلب الملف الدائري الصغير أو الكبير :: يتولد بالملف الصغير emf مستحثة

الكبير هو مصدر الفيض المؤثر ,, $A = \pi r^2$

كبير صغير — كبير صغير — صغير

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t}R = -N\frac{2AB}{\Delta t} = \frac{-2NA}{\Delta t}\frac{\mu NI}{2r}$$

(ب) بدوران الملف

١ - أدير الملف 90 أو 270 أو ¼ أو ¾ دورة من الوضع العمودي أو الموازي ٢ - أو تلاشي الفيض أو أصبع الملف موازي للفيض أو أزيل أو سحب الملف من الفيض أو انقطع التيار من الوضع العمودي فقط $emf = -N\frac{AB}{\Delta t}$ و $\Delta\varphi_m = AB$	١ - من الوضع العمودي إذا أدير الملف 180^0 أو ½ دورة أو عكس اتجاه الفيض أو قلب الملف أو عكس اتجاه التيار في الملف $emf = -N\frac{2AB}{\Delta t}$ و $\Delta\varphi_m = 2AB$ ٢ - من الوضع الموازي $\Delta\varphi_m = zero$ و $emf = 0$	إذا أدير الملف 360 أي دورة كاملة من أي وضع $\Delta\varphi_m = zero$ و $emf = 0$

(٢) لحساب ق.د.ك المستحثة بالحث المتبادل

$$emf_2 = -N_2\frac{\Delta\phi_{m2}}{\Delta t} = -M\frac{\Delta I_1}{\Delta t}$$

(٣) لحساب ق.د.ك المستحثة بالحث الذاتي

$$emf = -N\frac{\Delta\phi_m}{\Delta t} = -L\frac{\Delta I}{\Delta t}$$

١) لحظة غلق المفتاح (لحظة بداية نمو التيار) يكون $V_B = emf_{عكسية}$ وشدة التيار $I = 0$ و $\frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{emf}{L} = \frac{V_B}{L}$

٢) أثناء نمو التيار ($V_{الملف} = I_{لحظية}R = V_B - emf_{عكسية} = V_B - L\frac{\Delta I}{\Delta t}$) فيكون $\frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{V_B - I_{لحظية}R}{L}$

ومثلاً عند نمو التيار 40% فيكون $\frac{\Delta I}{\Delta t} = \frac{\frac{60}{100}V_B}{L}$ ومعامل الحث الذاتي للملف $L = \frac{\mu N^2 A}{\ell}$ (ℓ طول محور الملف)

(٤) لحساب القوة الدافعة الكهربية المستحثة في سلك $emf_{سلك} = IR = -BLV\sin\theta$ الزاوية بين اتجاه حركة السلك وخطوط الفيض

نهاية عظمي $\theta = 90^0$	نصف النهاية العظمي $\theta = 30^0$	منعدمة (تساوي صفر) $\theta = 0^0$
عندما يكون اتجاه حركة السلك عموديا علي الفيض وتكون $\sin 90 = 1$ فيكون $emf = -BLV$	عندما يكون اتجاه حركة السلك يميل علي الفيض بزاوية 30^0 وتكون $\sin 30 = 0.5$ فيكون $emf = -½BLV$	عندما يتحرك السلك موازيا للفيض المغناطيسي حيث تصبح الزاوية بين اتجاه حركة السلك والفيض تساوي صفر ويصبح $\sin\theta = 0$ فيكون $emf = 0$

(٥) المولد الكهربي (الدينامو)

أ) لحساب ق.د.ك المستحثة العظمي $emf_{max} = ABN\omega = ABN2\pi F = ABN\frac{v}{r}$ ((١٢))

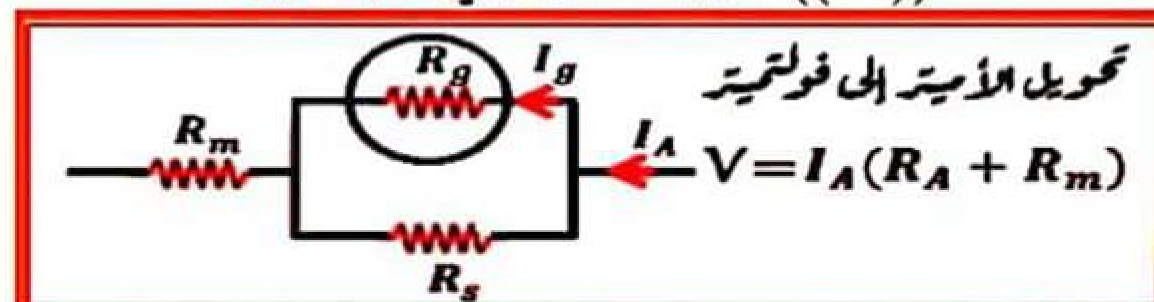
ب) ق.د.ك المستحثة اللحظية $emf_{لحظية} = emf_{max}\sin\theta = ABN\omega\sin\theta = 2NBLV\sin\theta$

(٢٥) لحساب مقاومة مضاعف الجهد $R_m = \frac{V - V_g}{I_g} = \frac{V - I_g R_g}{I_g}$ وحساسية الفولتميتر $\frac{V_g}{V} = \frac{R_g}{R_g + Rm}$

والمقاومة الكلية للفولتميتر $R_t = R_g + R_m = \frac{V_g + V_m}{I_g} = \frac{V}{I_g}$

وأقصي فرق جهد يقيسه الفولتميتر $V = I_g (R_g + R_m)$ وفرق الجهد حينئذ $V = I (R_g + R_m)$ وبتوصيل مقاومة أخري مع المضاعف X ((توالي $R'_m = R_m + X$)) ((ولو توازي $R'_m = \frac{R_m \times X}{R_m + X}$))

((٢٦)) تحويل الاميتر الي فولتميتر



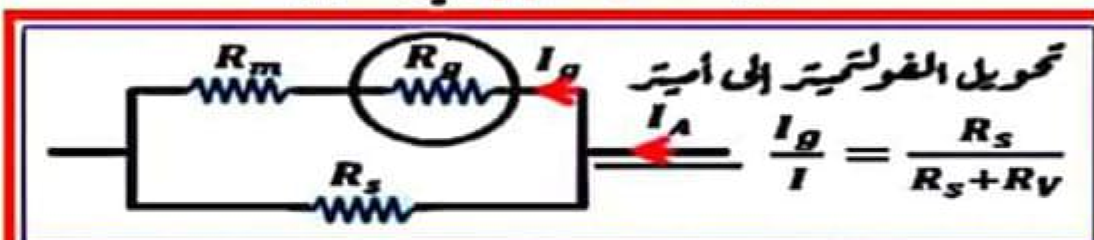
استبدل I_g ب I_A واستبدل R_g ب R_A

$$R_m = \frac{V_m}{I_A} = \frac{V - I_A R_A}{I_A} = \frac{V - I_g R_g}{I_A}$$

$$V = I_A (R_A + R_m)$$

$$\frac{V_g}{V} = \frac{R_A}{R_A + R_m}$$

تحويل الفولتميتر الي أميتر



استبدل R_g ب R_V فقط

$$R_s = \frac{V_s}{I_s} = \frac{I_g (R_g + R_m)}{I - I_g}$$

$$I = \frac{I_g R_v}{R_s} + I_g$$

$$\frac{I_g}{I} = \frac{R_s}{R_V + R_s}$$

الاوميتر $I_{\text{جزئي}} (R_{\text{دائرة}} + R_X) = I_{\text{كلي}} \times R_{\text{دائرة}}$ أو $\frac{I_{\text{جزئي}}}{I_{\text{كلي}}} = \frac{R_{\text{دائرة}}}{R_X + R_{\text{دائرة}}}$

(٢٧) قبل توصيل مقاومة مجهولة $I_{\text{كلي}} = \frac{V_B}{R_g + R_v + R_c + r}$ وبعد توصيل مقاومة خارجية $I_{\text{جزئي}} = \frac{V_B}{R_g + R_v + R_c + r + R_X}$

ولحساب المقاومة R_x اللازمة لانحراف المؤشر إلى ثلث التدريج: $\frac{1}{3} I_g = \frac{V_B}{R_g + R_v + R_c + r + R_X}$

لاحظ أن : يمكن حل كل مسائل الاوميتر بقوانين الفصل الأول والتعويض كالأتي

((أ)) قبل توصيل مقاومة مجهولة $R_{\text{د}} = \frac{V_B}{I_g}$ ((ب)) وبعد توصيل مقاومة خارجية $R_t = \frac{V_B}{I_{\text{جزئي}}}$

وتكون قيمة $R_{\text{الكلية}}$ = المقاومات بالدائرة (Rدائرة) مضافا إليها المجهولة ومن ذلك نعين المجهولة R_x

جلفانومتر تم تحويله إلي أميتر بتوصيل مجزئ تيار علي التوازي	جلفانومتر تم تحويله إلي فولتميتر بتوصيل مضاعف جهد علي التوالي	جلفانومتر تم تحويله إلي أوميتر
# فقلت حساسيته إلي $\frac{1}{10}$ # أو أصبح مداه 10 أمثال مدا الجلفانومتر # أو مر بالجلفانومتر $\frac{1}{10}$ التيار الكلي # أو مر بالمجزئ $\frac{9}{10}$ التيار الكلي	# فقلت حساسيته إلي $\frac{1}{10}$ # أو أصبح مداه 10 أمثال مدا الجلفانومتر # أو أصبح فرق جهد الجلفانومتر $\frac{1}{10}$ فرق جهد الفولتميتر # أو أصبح فرق جهد المضاعف $\frac{9}{10}$ فرق جهد الفولتميتر	بتوصيل مقاومة عياريه علي التوالي وبطارية ثابتة الجهد وعند توصيل مقاومة مجهولة انحرف المؤشر إلي $\frac{1}{10}$ التدريج
$R_s = \frac{R_g}{9}$	$R_m = 9R_g$	$R_X = 9R_{\text{د}}$ ((١١))

(١٩) لحساب عزم الازدواج المؤثر على ملف يمر بة تيار وموضوع فى مجال مغناطيسي

$\tau = BIAN\sin\theta = B\left|\overline{m_d}\right|\sin\theta$

الزاوية بين مستوي الملف والعمودي علي الفيض أو بين الفيض والعمودي علي الملف

أو بين عزم ثنائي القطب والفيض لان عزم ثنائي القطب دائماً عمودي علي الملف

(٢٠) لحساب عزم ثنائي القطب المغناطيسي $\left|\overline{m_d}\right| = \frac{\tau}{B\sin\theta} = IAN \quad (N.m \setminus T = A.m^2)$

مستوي الملف موازي للمجال	مستوي الملف عمودي علي المجال
يكون عزم ثنائي القطب عمودي ويكون عزم الازدواج نهاية عظمي	يكون عزم ثنائي القطب موازي للمجال وينعدم عزم الازدواج

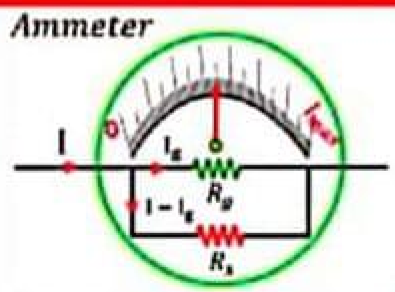
(٢١) متي يكون عزم الازدواج المؤثر علي ملف يمر به تيار ؟

عزم الازدواج نهاية عظمي (موازي)	عزم الازدواج نصف القيمة العظمي	عزم الازدواج = صفر (عمودي)
F_{cd}, F_{ab}, B, S, $\overline{M_d}$ عزم ثنائي القطب	F_{cd}, F_{ab}, B, S, 60°, 30°, $\overline{M_d}$ عزم ثنائي القطب	F_{cd}, F_{ab}, B, S, $\overline{M_d}$ عزم ثنائي القطب
عندما يكون مستوي الملف موازيا للمجال فإن $\theta = 90$ وعندها $\sin\theta = 1$ ويصبح عزم الازدواج أكبر ما يمكن ويساوي $\tau = BIAN$	عندما يميل مستوي الملف بزاوية 60^0 علي المجال فيكون العمودي علي الملف يميل بزاوية 30^0 علي المجال وعندها $\sin\theta = ½$ فيكون $\tau = \frac{1}{2}BIAN$	عندما يكون مستوى الملف عمودي علي خطوط الفيض المغناطيسي $\theta = 0$ وعندها $\sin\theta = 0$ وبالتالي ينعدم العزم $\tau = Zero$

(٢٢) زاويا الفصل الثاني

الفيض المغناطيسي المؤثر علي ملف	القوة المغناطيسية المؤثرة علي سلك	عزم الازدواج المؤثر علي ملف
$\text{Ø}_m = AB\sin\theta$	$F = BIL\sin\theta$	$\tau = BIAN\sin\theta$
الزاوية بين اتجاه خطوط الفيض والملف	الزاوية بين اتجاه خطوط الفيض والسلك	الزاوية بين مستوي الملف والعمودي علي الفيض أو بين الفيض والعمودي علي الملف أو بين عزم ثنائي القطب والفيض

(٢٣) حساسية الجلفانومتر $deg/\mu A$ $\frac{\theta}{I}$ و لحساب شدة التيار بدلالة الحساسية لكل قسم :



شدة التيار = حساسية الجلفانومتر لكل قسم × عدد الأقسام

(٢٤) لحساب مجزئ التيار $R_S = \frac{I_g R_g}{I - I_g} = \frac{V_g}{I - I_g}$ وحساسية الأميتر $\frac{I_g}{I} = \frac{R_s}{R_g + R_S} = \frac{R_A}{R_g}$

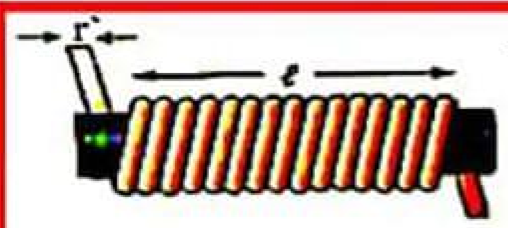
و مقاومة الأميتر $R_{eq} = \frac{R_g R_S}{R_g + R_S} = \frac{V_g}{I} = \frac{V_S}{I} = \frac{V}{I}$

شدة التيار الكلي التي يمكن قياسها بالاميتر . $I = \frac{I_g Rg}{R_S} + I_g$ أو $I = \frac{I_g(R_g + R_S)}{R_S}$

(١٥) عندما تكون اللفات متماسة(لا يوجد بين اللفات فراغات)

في الملف اللولبي $N = \frac{L}{2r}$ حيث r نصف قطر السلك

$L = N2r$ (L: طول الملف ، N: عدد اللفات ، 2r: قطر السلك)

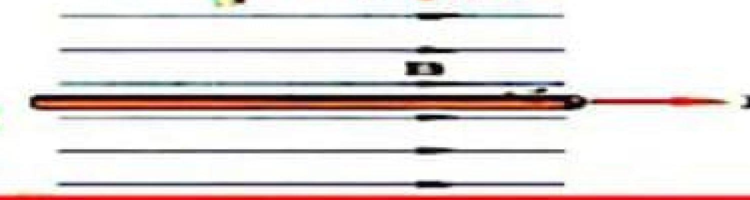


(١٦) في حالة ملفين حلزونيين لهما محور مشترك واحد فإذا كان:

(أ) التيار المار فيهما في اتجاه واحد فإن: $B_t = B_1 + B_2$

(ب) التيار المار فيهما في اتجاهين متضادين : $B_t = |B_1 - B_2|$

(١٧) لحساب القوة التي يؤثر بها مجال مغناطيسي على سلك مستقيم يمر به تيار $F = B I L \sin\theta$ الزاوية بين السلك والفيض

إذا كان السلك عموديا على المجال (نهاية عظمي)	إذا كان السلك موازيا (في اتجاه) للمجال (تنعدم)	إذا كان السلك يميل علي المجال بزاوية $\theta = 30^0$
		
فان θ تساوى 90 درجة وتصبح $\sin\theta = 1$ وتكون القوة المغناطيسية اكبر ما يمكن (نهاية عظمي) $\therefore F = BIL$	فإن θ تساوي صفرا أو 180^0 وتصبح $\sin\theta = 0$ لذلك تنعدم القوة وبالتالي لا يتحرك السلك. $\therefore F = 0$	فان $\sin\theta = ½$ وتكون القوة المغناطيسية نصف النهاية العظمي $\therefore F = B I \ell \sin 30 = \frac{1}{2} B I \ell$

لاحظ : عند فك ملف ليصبح سلك مستقيم فان طول السلك $L = 2\pi r \times N$ حيث r نق للملف

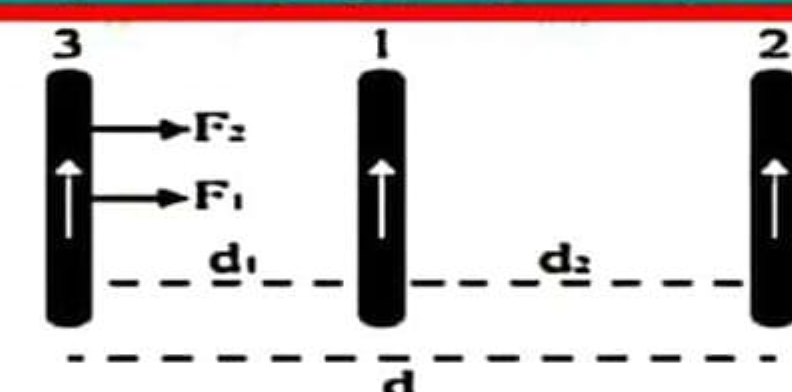
(١٨) لحساب القوة بين سلكين متوازيين يحملان تيار $F = \frac{\mu I_1 I_2 L}{2 \pi d}$



الطريقة الأولي : لحساب مقدار القوة المحصلة علي سلك ثالث :

نعين القوة بين السلك الأول والثالث $F_{3,1} = \frac{\mu I_1 I_3 L}{2\pi d_1}$ ثم القوة بين الثاني والثالث $F_{3,2} = \frac{\mu I_2 I_3 L}{2\pi d_2}$ ثم القوة المحصلة ($F_t = F_1 \pm F_2$) حسب اتجاه التيار في السلكين المؤثرين ويتحرك السلك في اتجاه القوة الأكبر

إذا كان مجال السلكين المؤثرين في نفس الاتجاه

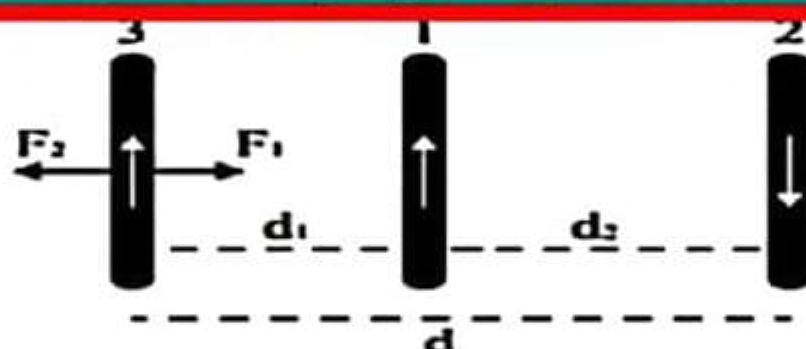


يؤثر علي السلك الثالث مجالين من السلكين في نفس الاتجاه فيتولد علي السلك قوتين في نفس الاتجاه وبالتالي تكون محصلة القوي المؤثرة علي السلك (بالجمع)

$F_t = F_1 + F_2$

$F_t = \frac{\mu I_1 I_3 L}{2\pi d_1} + \frac{\mu I_3 I_2 L}{2\pi d}$

إذا كان مجال السلكين المؤثرين في عكس الاتجاه



يؤثر علي السلك الثالث مجالين من السلكين في عكس الاتجاه فيتولد علي السلك قوتين في عكس الاتجاه وبالتالي تكون محصلة القوي المؤثرة علي السلك (بالطرح)

$(F_2) > (F_1)$

$F_t = (F_2)_{\text{كبير}} - (F_1)_{\text{صغير}}$

$F_t = \frac{\mu I_3 I_2 L}{2\pi d} - \frac{\mu I_1 I_3 L}{2\pi d_1}$

$(F_1) > (F_2)$

$F_t = (F_1)_{\text{كبير}} - (F_2)_{\text{صغير}}$

$F_t = \frac{\mu I_1 I_3 L}{2\pi d_1} - \frac{\mu I_3 I_2 L}{2\pi d}$

الطريقة الثانية : لحساب مقدار القوة المحصلة علي السلك الثالث :

نعين B لكل سلك من السلكين الآخرين ثم نعين B_t لهم عند السلك المراد حساب القوة المؤثرة عليه ($B_t = B_1 \pm B_2$) ثم نعين القوة المؤثرة علي السلك الثالث ($F = B_t I_3 L$) حيث I شدة التيار في السلك الثالث و L الطول المشترك للسلك الثالث مع السلكين .

ويكون اتجاه القوة المؤثرة جهة اليمين (في اتجاه كثافة الفيض الأكبر) وتعين من العلاقة $\because B_t = B_1 - B_2 = \frac{\mu}{2\pi}\left(\frac{I_1}{d_1} - \frac{I_2}{d_2}\right)$

$\therefore F_t = B_t I_3 L$

لاحظ أن : إذا تواجد ثلاث أسلاك وكانت القوة المؤثرة علي احد الأسلاك منعدمة ((٩))

فهذا يعني أن : السلك موجود في موضع تعادل للسلكين الآخرين

$F_y = L_y I_y B_{t(x,z)}$

$F_x = L_x I_x B_{t(y,z)}$

$F_z = L_z I_z B_{t(x,y)}$



(١٠) في حالة ملفين دائريين لهما مركز مشترك واحد . فإذا كان:

(أ) في اتجاه واحد	(ب) في اتجاهين متضادين
$B_t = B_1 + B_2$	$B_t = \lvert B_1 - B_2 \rvert$
لو ذكر أن لهم نفس اتجاه التيار ثم عكس اتجاه تيار احدهما أو قلب احدهما فيصبح الفيضان متضادان والعكس	لو ذكر أن التياران في اتجاه واحد والملفان منطبقان ودار احد الملفين بمقدار 180 درجة أو قلب احد الملفين أو انعكس مجال احدهما فيصبح الفيضان متضادان

• عند نقطة التعادل فإن $B_2 = B_1$ ودائما في مركز ملفان يمر بهما التيار في اتجاهين متضادان

(١١) عند فك الملف وإعادة لفه مره أخرى بعدد لفات أخرى ونصف قطر آخر

يكون طول السلك ثابت فى الحالتين $L_1 = L_2$ فيكون $N_1 r_1 = N_2 r_2$ حيث

$$2\pi r_1 \times N_1 = 2\pi r_2 \times N_2 \rightarrow \frac{N_1}{N_2} = \frac{r_2}{r_1} \rightarrow \frac{B_1}{B_2} = \frac{N_1 r_2}{N_2 r_1} = \frac{N_1^2}{N_2^2} = \frac{r_2^2}{r_1^2}$$

(١٢) لحساب كثافة الفيض حول ملف لولبي $B = \mu \frac{NI}{L} = \mu n I$ حيث $n = \frac{N}{L}$ عدد اللفات في وحدة الأطوال

(١٣) إذا تم إبعاد لفات الملف الدائري ،فإنه يصبح ملفا لولبيا وعدد اللفات لم يتغير أو شدة التيار

$$\frac{B_{\text{دائري}}}{B_{\text{حلزوني}}} = \frac{L}{2r}$$

(١٤) إذا قطع ملف حلزوني طوله L وعدد لفاته N ومقاومته R متصل بمصدر تيار كهربي إلي جزأين فأن

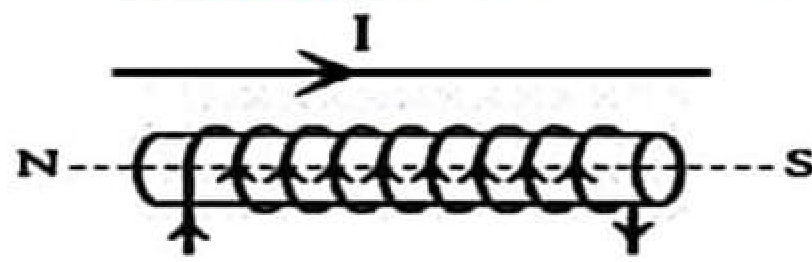
(فتظل n ثابتة)

$$\therefore \frac{L_1}{L_2} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{R_1}{R_2} = \frac{I_2}{I_1} = \frac{B_2}{B_1}$$

((٨))

الفيضان متعامدان



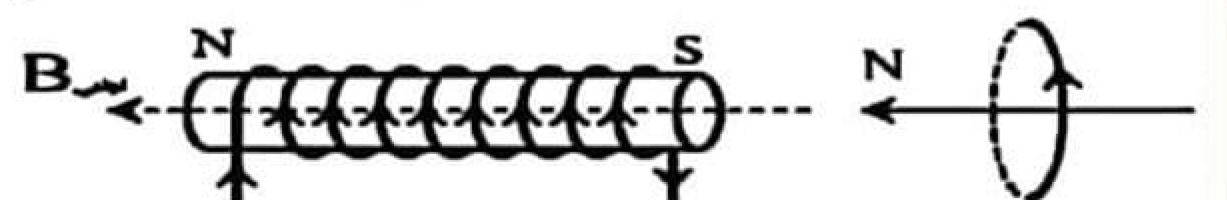


$B_t = \sqrt{(B_{\text{سلك}})^2 + (B_{\text{لولبي}})^2}$

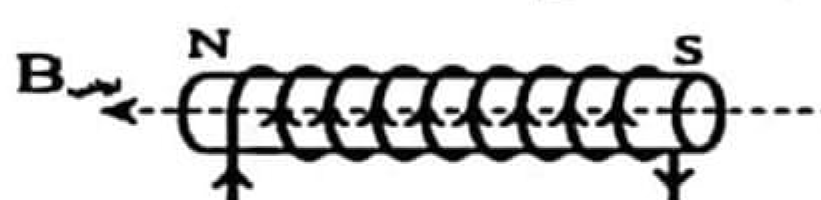
$B_t = \sqrt{(B_{\text{سلك}})^2 + (B_{\text{لولبي}})^2}$

$B_t = \sqrt{(B_{\text{سلك}})^2 + (B_{\text{لولبي}})^2}$

* عندما يكون محور ملف ... علي محور ملف لولبي ... دائري

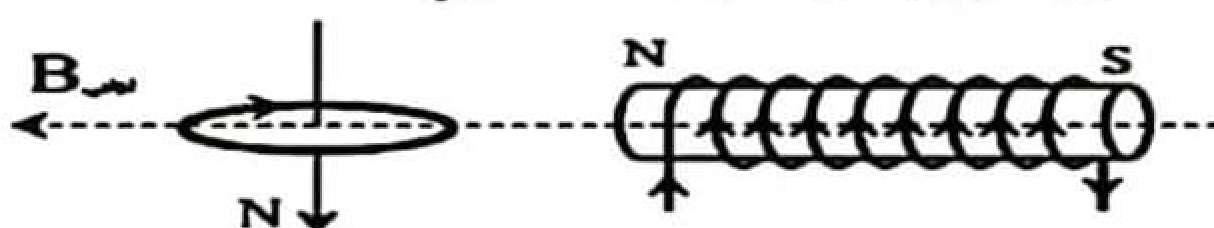


$B_t = B_{\text{لولبي}} + B_{\text{دائري}}$



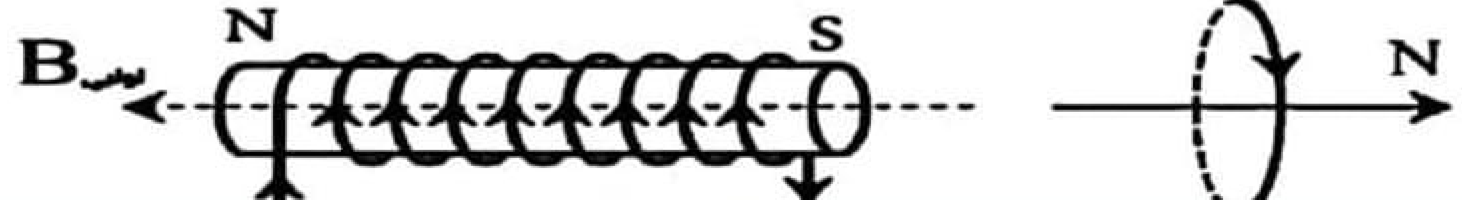
$B_t = B_{\text{لولبي}} - B_{\text{دائري}}$ أو $B_t = B_{\text{دائري}} - B_{\text{لولبي}}$

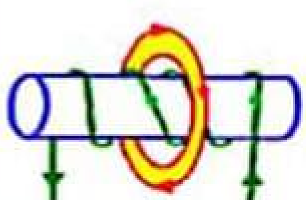
* عندما يكون محور الملف الدائري عمودي على محور الملف اللولبي



$B_t = \sqrt{(B_{\text{دائري}})^2 + (B_{\text{لولبي}})^2}$

* شرط تلاشي الفيض عند محور ملف لولبي بجواره ملف دائري هوا تساوي كثافتي الفيض للملفين وتضاد اتجاه مجاليهما





$B_{\text{دائري}} = B_{\text{لولبي}}$

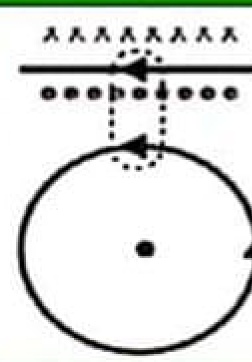
(٥) لحساب كثافة الفيض لملف دائري $B = \frac{\mu N I}{2r}$ وفي حالة المقارنة بين كثافة ملفين $\frac{B_1}{B_2} = \frac{\mu_1}{\mu_2} \cdot \frac{N_1}{N_2} \cdot \frac{I_1}{I_2} \cdot \frac{r_2}{r_1}$

(٦) لحساب عدد اللفات للملف الدائري $N = \frac{\ell\ (\text{طول السلك})}{2\pi r\ (\text{محيط اللفة})}$ $N = \frac{\ell}{2\pi r}$ أو $N = \frac{\theta}{360}$

(٧) المسار الدائري للإلكترون حول النواة يمثل ملفا دائريا عدد لفاته لفة واحدة $I = \frac{eV}{2\pi r}$

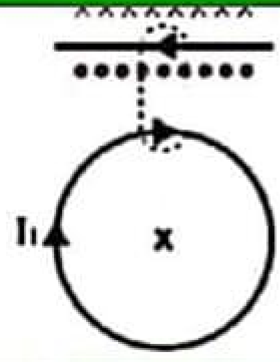
(٨) إذا كان مجال كل من السلك والملف في نفس الاتجاه

$B_t = B_{\text{ملف}} + B_{\text{سلك}}$



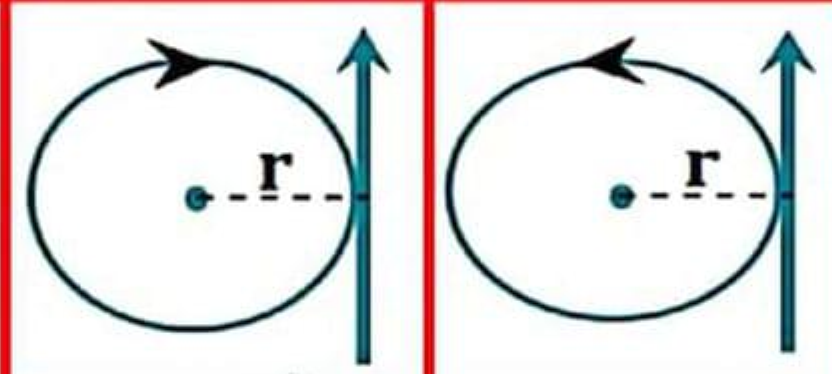
إذا كان مجال كل من السلك والملف في اتجاهين متضادين

$B_t = |B_{\text{ملف}} - B_{\text{سلك}}|$



(٩) سلك وملف دائري

سلك مماس لملف دائري



$d_{\text{سلك}} = r_{\text{ملف}}$ (لأنهم متماسان)

$B_t = B_{\text{ملف}} + B_{\text{سلك}}$ | $B_t = |B_{\text{ملف}} - B_{\text{سلك}}|$

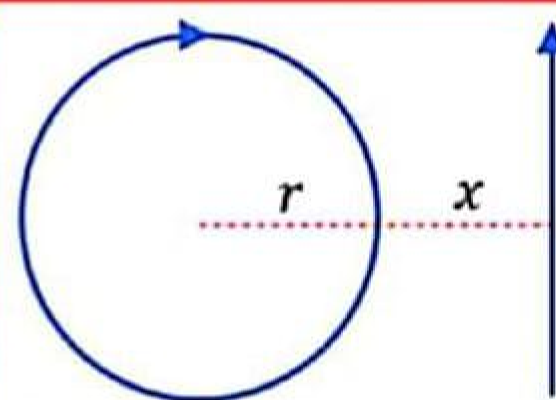
إذا كانت نقطة التعادل (إبرة لا تنحرف) عند مركز الملف

$B_{2\ \text{سلك}} = B_{1\ \text{ملف}}$

ومنها للسلك $NI = \frac{I}{\pi}$ للملف

$\frac{\mu IN}{2r} = \frac{\mu I}{2\pi d}$ ،

سلك بعيد عن ملف دائري



$d_{\text{سلك}} = r + X$

$B_t = |B_{\text{ملف}} - B_{\text{سلك}}|$

إذا كانت نقطة التعادل (إبرة لا تنحرف) عند مركز الملف

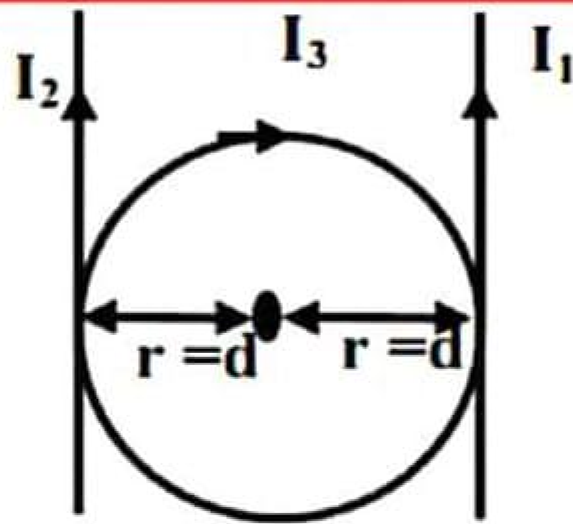
$B_{2\ \text{سلك}} = B_{1\ \text{ملف}}$

ومنها $\frac{\mu IN}{2r} = \frac{\mu I}{2\pi(r+X)}$

$\frac{IN}{r} = \frac{I}{\pi(r+X)}$ للسلك

للملف

سلكان وملف



$d_{\text{سلك}} = r$

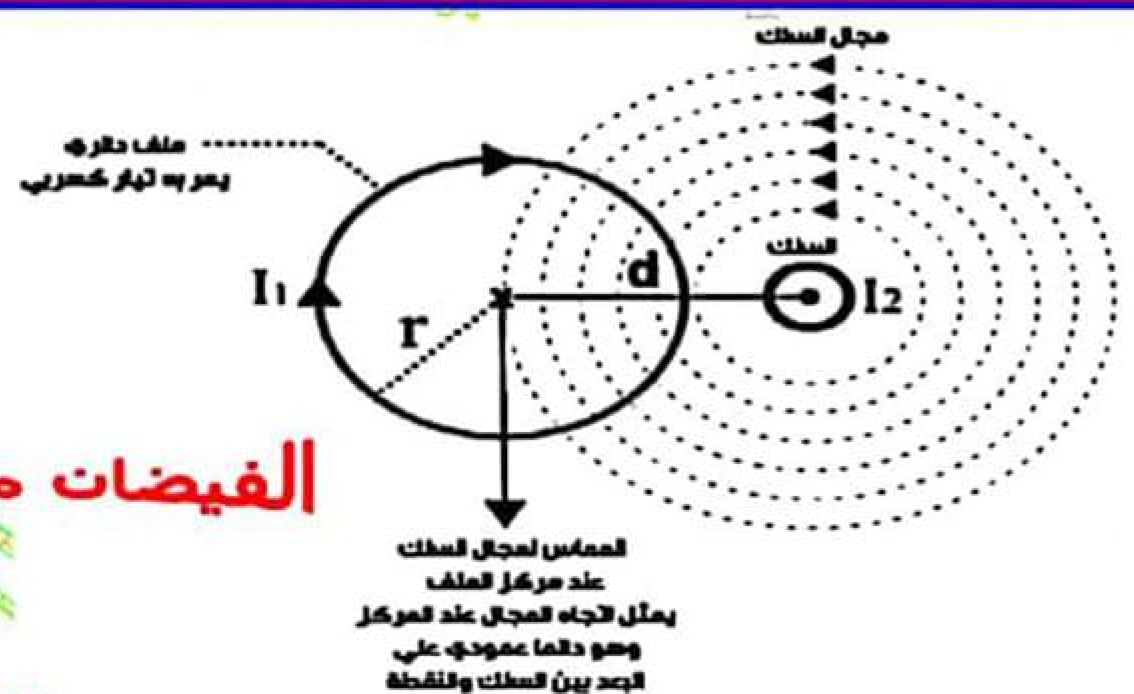
B_t = للداخل $(B_2 + B_3) - B_1$ للخارج

إذا كانت نقطة التعادل (إبرة لا تنحرف) عند مركز الملف

$B_{t\ \text{للسلكين}} = B_{1\ \text{ملف}}$

وفي هذه الحالة وباعتبار أن تيار I_1 أكبر من I_2

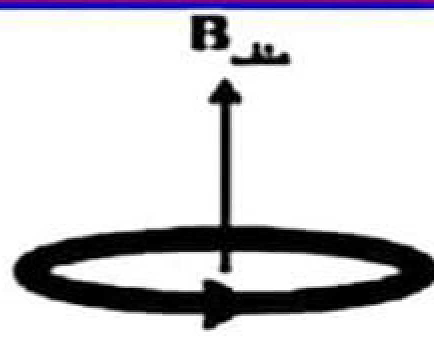
$\frac{\mu IN}{2r} = \frac{\mu}{2\pi d}(I_1 - I_2)$



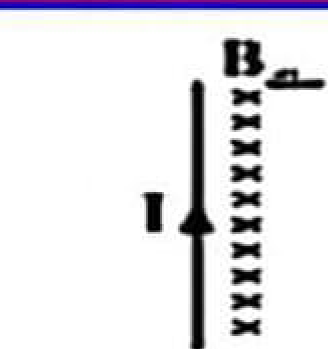
الفيضان متعامدان

لحساب كثافة الفيض الكلية (سلك عمودي علي مستوي ملف)

$B_t = \sqrt{(B_{\text{سلك}})^2 + (B_{\text{ملف}})^2}$



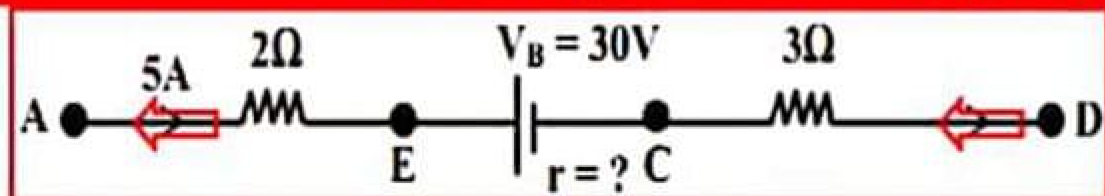
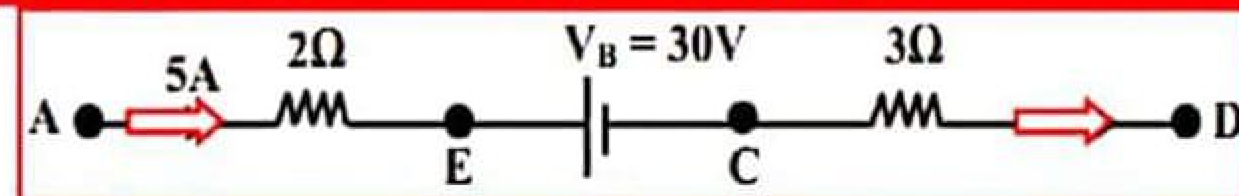
ملف عمودي علي الصفحة ومجاله في مستوي الصفحة



سلك في مستوي الصفحة ومجاله عمودي علي الصفحة للداخل

لحساب كثافة الفيض الكلية (سلك عمودي علي مستوي ملف)

$B_t = \sqrt{(B_{\text{سلك}})^2 + (B_{\text{ملف}})^2}$

البطارية شاحن	تعين قراءة الفولتميتر (١٩)	البطارية مشحون
		
$V = V_B - IR = 30-(5\times 5) = 5V$		$V = V_B + IR = 30+(5\times 5) = 55V$

تعين فرق الجهد بين نقطتين (AD) بطريقة كيرشوف

$V_{AD} = (-5\times 5)+30 = 5V$ $V_{DA} = (5\times 5)-30 = -5V$	$V_{AD} = (5\times 5)+30 = 55V$ $V_{DA} = (-5\times 5)-30 = -55V$

(٢٠) فرق الجهد المفقود بالبطارية (الهبوط في الجهد عبر المقاومة الداخلية) $V_{المفقود} = Ir = V_B - IR_{eq}$

(٢١) قدرة البطارية الكلية $V_B I = I^2 R_t = I^2 (R_{eq} + r)$

والقدرة المفقودة داخل البطارية = $I^2 r$ والقدرة التي تعطيها البطارية للدائرة = IR_{eq}

(٢٢) كفاءة البطارية $\eta = \frac{V_{out}}{V_B}\times 100 = \frac{V_B - Ir}{V_B}\times 100 = \frac{IR_{eq}}{I(R_{eq}+r)}\times 100 = \frac{R_{eq}}{(R_{eq}+r)}\times 100$

(٢٣) نسبة الجهد المفقود داخل البطارية $\frac{V_{ln}}{V_B}\times 100 = \frac{Ir}{I(R_{eq}+r)}\times 100 = \frac{r}{R_{eq}+r}\times 100$

(٢٤)أميتر يعين التيار الكلي يكون $I = \frac{V_B}{R_{eq}+r}$ أو لو لمجموعة توازي $I_{كلي} = I_1 + I_2 = \frac{V_{مجموعة}}{R_{مجموعة}}$

ولو أميتر يعين تيار فرع توازي يكون ($I_2 R_{2\,فرع} = I_1 R_{1\,فرع} = R_{مجموعة}\, I_{مجموعة}$) $I_{1\,فرع} = \frac{IR_{فروع}}{R_{1\,فرع}}$

أو نحسب اولاً فرق جهد المجموعة = $R_{t\,توازي}\, I_{كلي}$ ثم نعين تيار الفرع بقسمة فرق جهد المجموعة علي R الفرع

(٢٥) قانون كيرشوف الاول ((حفظ الشحنة)) $\Sigma I_{in} = \Sigma I_{out}$ أو $\sum I = 0$ $(I_1 + I_2 = I_3 + I_4)$

(٢٦) قانون كيرشوف الثاني ((حفظ الطاقة)) $\sum V_B = \sum IR$ أو $\sum V = 0$ $(V_B = I_1R_1 + I_2R_2)$

	بالنسبة لفروق الجهد الكهربية للمقاومات $\sum IR$		بالنسبة للقوة الدافعة الكهربية للمصدر $\sum V_B$	
الوضع				
فرق الجهد	$V_{ab} = +IR$	$V_{ab} = -IR$	$V_B = +$	$V_B = -$

(٢٧) كيرشوف : لتعين القدرة المستنفذة في أي مقاومة $P_w = VI = \frac{V^2}{R} = I^2R$

ولتعين القدرة الكلية في الدائرة = مجموع قدرات المقاومات + قدرة بطارية المشحون

$P_{w\,الكلية} = p_{w1} + p_{w2} + p_{w3} + V_BI$ " أو قدرة البطاريات الشاحن فقط

(٢٨) كيرشوف: عند تعين فرق جهد لفرع به بطارية ومقاومات

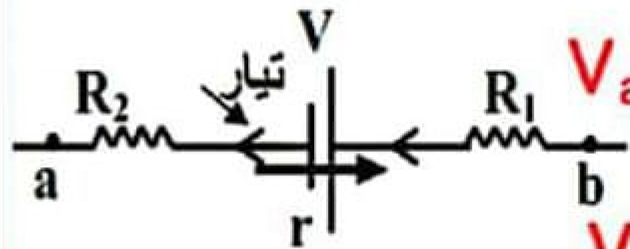
إذا كان التيار من سالب إلي موجب البطارية يكون V_B مقداره بالسالب .



$V_{ab} = IR_2 - V_B + Ir + IR_1 = I(R_1 + R_2 + r) - V_B$

$V_{ba} = -IR_1 + V_B - Ir - IR_2 = V_B - I(R_1 + R_2 + r)$

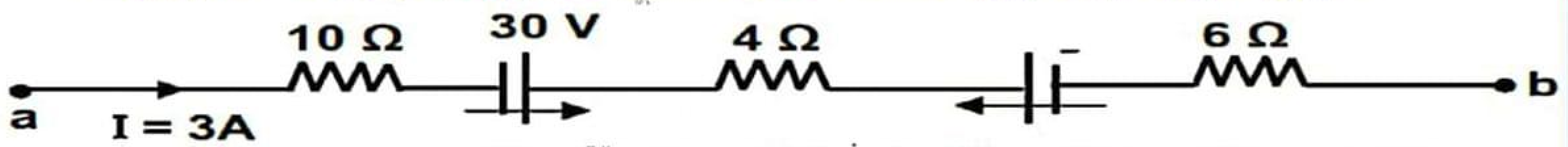
وإذا كان التيار يمر من موجب إلي سالب البطارية يكون V_B مقداره بالموجب .



$V_{ab} = - I R_2 - V_B - I r - I R_1 = - V_B - I(R_1 + R_2 + r) = -$

$V_{ba} = I R_1 + V_B + I r + I R_2 = V_B + I(R_1 + R_2 + r) = +$

تعيين فرق الجهد بين النقطة a والنقطة b (V_{ab}) وأيهما أكثر جهداً

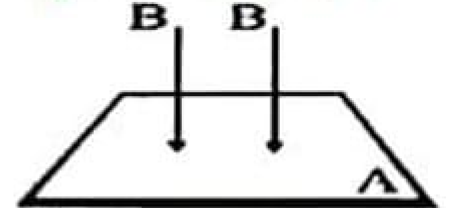
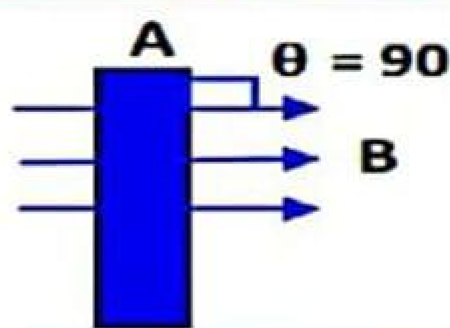
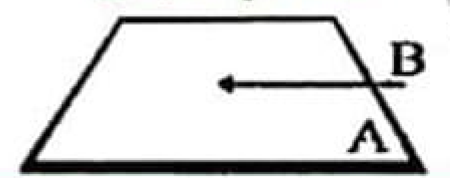
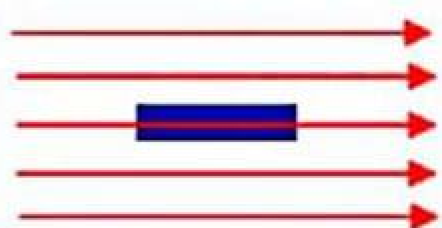


$V_{ab} = 3 \times (10+4+6) - 30 + 10 = 40\ V$ وجهد النقطة a الأكبر لان فرق الجهد موجب

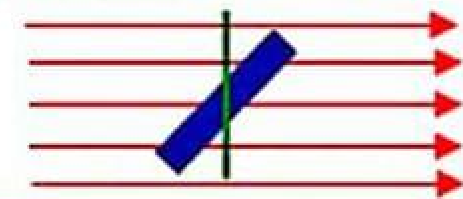
$V_{ba} = -3 \times (6+4+10) - 10 + 30 = -40\ V$ وجهد النقطة a الأكبر لان فرق الجهد سالب

الفصل الثاني : التأثير المغناطيسي للتيار الكهربي وأجهزة القياس الكهربي

(١) لحساب الفيض المغناطيسي المؤثر علي ملف $\varnothing_m = A\ B\ \sin\theta$ (الزاوية بين اتجاه خطوط الفيض والملف)

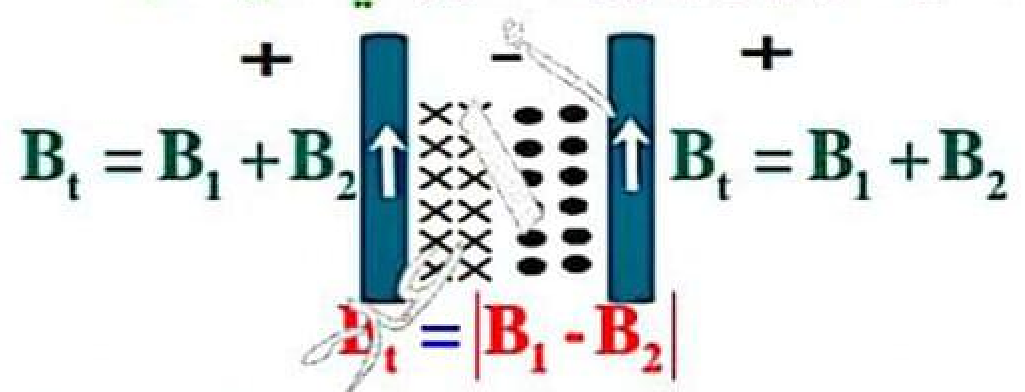
الفيض نهاية عظمي 	إذا كانت خطوط المجال عموديه علي الملف (المساحة) (أي أن الزاوية المحصورة بين خطوط المجال والملف = 90°) $\varnothing_m = A\ B \sin 90$ وضع النهاية العظمي فيكون (($\Phi m = A . B$)) 
انعدام الفيض 	أذا كانت خطوط المجال موازية للملف (المساحة) (أي أن الزاوية المحصورة بين خطوط المجال والملف = 0°) وضع الصفر $\varnothing m = A\ B \sin 0$ فيكون (($\Phi m = 0$)) 

متي يكون الفيض نصف النهاية العظمي ؟ عندما تكون $\theta = 30^0$ .. $\sin\theta = ½$. $½ \varnothing_m = ½\ \varnothing_{max} \sin\theta$

إذا دار الملف بزاوية 90°	من الموازي يصبح عمودي وتصبح $\theta = 90^0$ ويصبح الفيض نهاية عظمي من الوضع العمودي يصبح موازي فتكون θ = صفر وينعدم الفيض
إذا دار الملف بزاوية θ 	من الموازي فان $\varnothing_m = A\ B \sin\theta$ مثلاً دار الملف 30^0 من الوضع الموازي ($\theta = 30^0$) من الوضع العمودي فان $\varnothing_m = A\ B \sin(90 + \theta)$ (او نعوض بالمتممة) مثلاً دار الملف 30^0 من الوضع العمودي فتكون ($\theta = 90 + 30 = 120$)

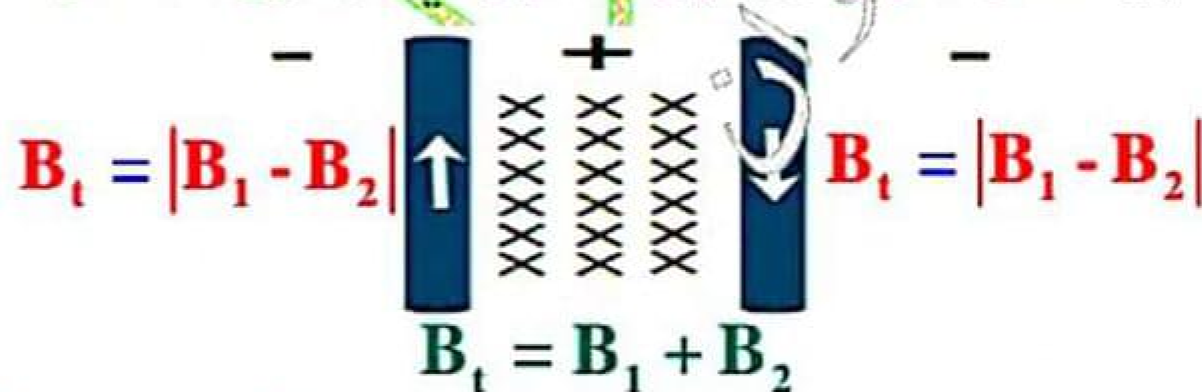
(٢) لحساب كثافة الفيض حول سلك مستقيم يمر به تيار كهربي $B = \frac{\mu\ I}{2\ \pi\ d}$ قانون أمبير الدائري

(٣) سلكان متوازيان يمر بهما التيار في نفس الاتجاه



نقطة التعادل بين السلكين $\left(\frac{I_1}{d_1} = \frac{I_2}{d_2}\right)$,,,, $\left(\frac{I_2}{X - d_1} = \frac{I_1}{d_1}\right)$

(٤) سلكان متوازيان يمر بهما التيار في اتجاهين متضادان



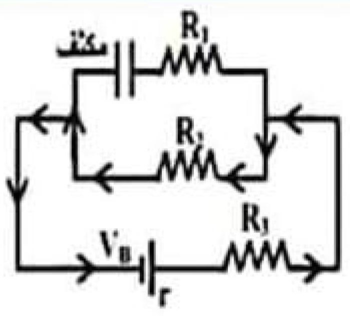
خارج السلكين بجانب الأقل تياراً $\left(\frac{I_1}{d_1} = \frac{I_2}{d_2 + d_1}\right)$,,, $\left(\frac{I_1}{d_1} = \frac{I_2}{X + d_1}\right)$

لاحظ أن : ١) اتجاه التيار عكس اتجاه حركة الالكترونات ٢) البعد بين النقطة والسلك d هو البعد العمودي .

٣) لو ذكر بوصلة لا تنحرف عند نقطة : فتكون نقطة تعادل $B_t = 0$.

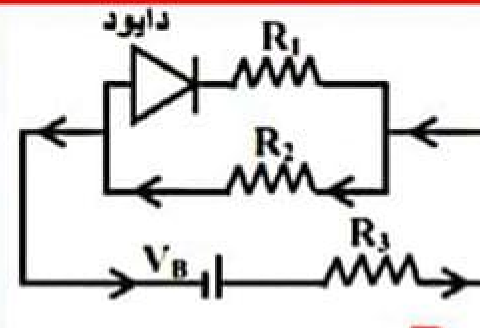
٤) تقع نقطة التعادل في منتصف المسافة بين السلكين إذا كان التياران في السلكين متساويان وفي اتجاه واحد .

$ في الرسم المقابل المقاومة R_1 موصلة بمكثف مع مصدر مستمر فلا يمر بها إلا تيار لحظي ثم ينعدم فيكون $R_{eq} = R_2 + R_3$

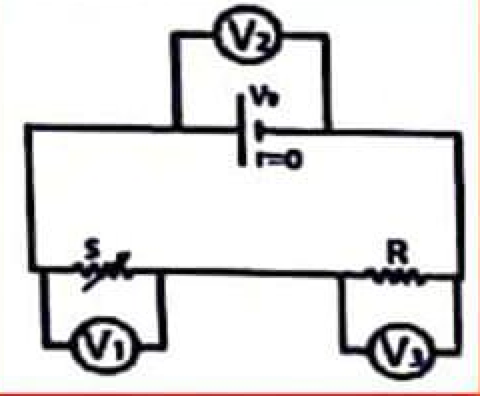
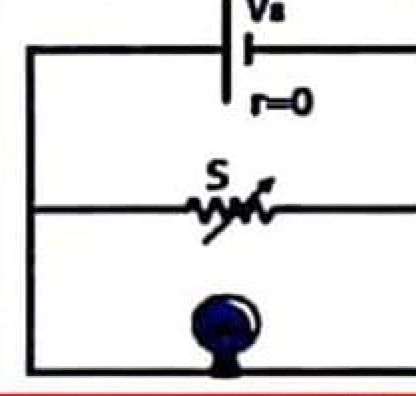
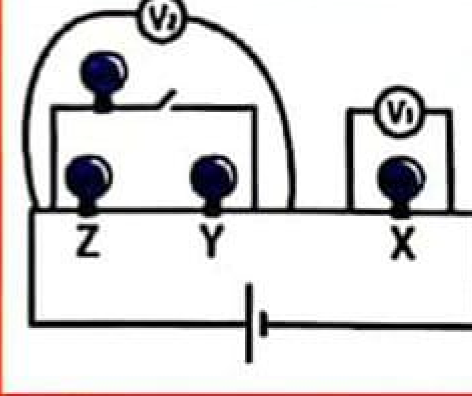
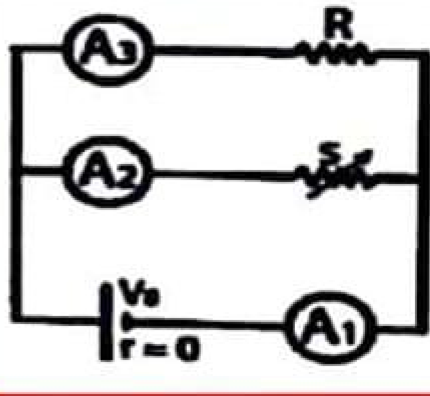
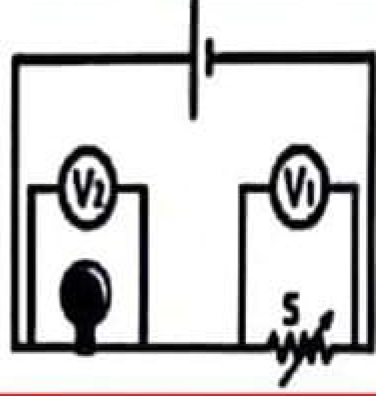


$ في الرسم المقابل المقاومة R_1 موصلة مع دايود توصيلاً عكسيا فلا يمر بها تيار فيكون

$R_{eq} = R_2 + R_3$



مينفعش تنسي (عند تغير المقاومة المتغيرة أو عند فتح أو غلق مفتاح)

				
عند زيادة ال S يزداد V_1 ويقل V_3 و V_2 ثابت	عند زيادة ال S تظل الإضاءة ثابتة	عند الغلق يزداد V_1 ويقل V_2 وتزداد إضاءة X وتقل Z	عند تقليل ال S يزداد A_1 ويزداد A_2 بينما A_3 ثابت	عند زيادة ال S يزداد V_1 ويقل V_2 فتقل الإضاءة

(١٦) قانون أوم للدائرة المغلقة

$$\left(I = \frac{V_B}{R_{eq} + r} \right) \rightarrow \left(V_B = I(R_{eq} + r) \right) \rightarrow \left(V = V_B - Ir \right)$$

(١٧) عند وجود أكثر من عمود كهربي إذا كانت الأعمدة متصلة على التوالي فإن

$$I = \frac{V_{B1} + V_{B2}}{R_{eq} + r_1 + r_2}$$

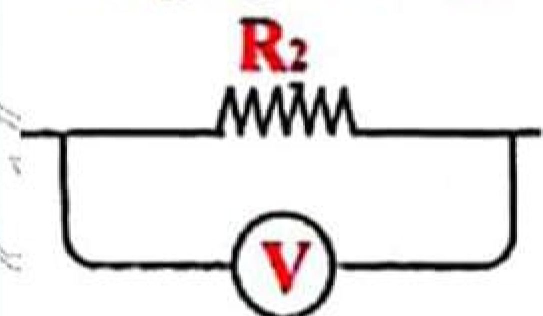
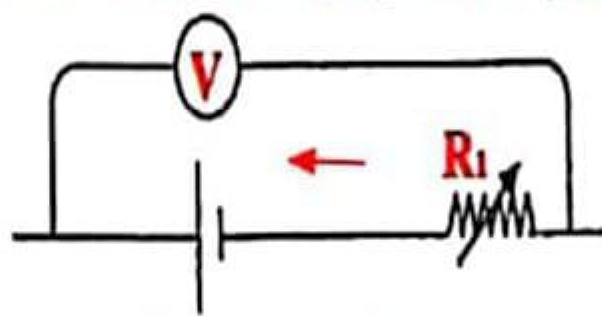
وإذا كانت الأعمدة متصلة على التوالي (ومتعاكسة) فإن :

$$I = \frac{|V_{B1} - V_{B2}|}{R_t + r_1 + r_2}$$

ويكون فرق الجهد بين طرفي العمود الكهربي الأكبر في القوة الدافعة الكهربية الشاحن $V_1 = V_{B1} - I r_1$

ويكون فرق الجهد بين طرفي العمود الكهربي الأقل في القوة الدافعة الكهربية المشحون $V_2 = V_{B2} + I r_2$

(١٨) قراءة الفولتميتر

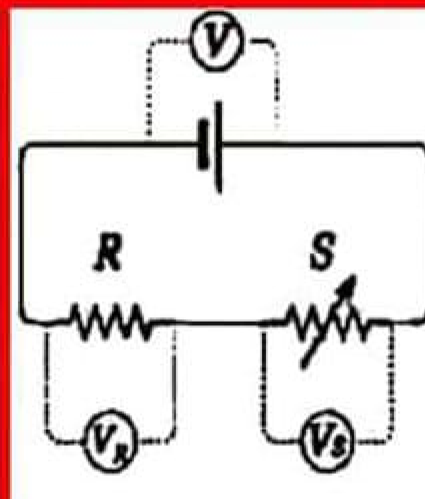
فولتميتر علي مقاومة	فولتميتر علي مجموعة مقاومات (توالي أو توازي)	فولتميتر علي بطارية (مهملة المقاومة الداخلية)	فولتميتر علي بطارية ومقاومة
			
$V = IR$	$V = I_t R_t$	$V = V_B$	$V = V_B - IR$

أ) بزيادة قيمة S فان (V_R) تقل ... (V_S) تزداد

ب) بنقص قيمة S فان (V_R) تزداد ،، (V_S) تقل

السبب : بزيادة S تزداد المقاومة الكلية فيقل شدة التيار I ، فتقل قيمة V_R وتزداد قيمة V $(V_R = I R)$ فتزداد قيمة V_S $(V = V_B - Ir)$

$V_S = V - V_R = V_B - I(R+r)$



السبب : بنقص S تقل المقاومة الكلية فيزداد شدة التيار I فتزداد قيمة V_R وتقل قيمة V $(V_R = I R)$ فتقل قيمة V_S $(V = V_B - Ir)$

$V_S = V - V_R = V_B - I(R+r)$

(١٢) المقاومة الكلية للدائرة R_t = المقاومة الخارجية+ المقاومة الداخلية ($R_t = R_{eq} + r$)

(١٣) R_t المكافئة توالي لمقاومات مختلفة $R_t = R_1 + R_2 + R_3 + ...$

ولمقاومات متساوية وقيمة كل منها R وعددها N فإن المقاومة المكافئة لهم $R_t = N \times R$

محصلة التوصيل علي التوالي

- يعمل على زيادة قيمة المقاومة .
- التيار ثابت في كل المقاومات $I_{t} = I_1 = I_2 = I_3$ كلية
- الجهد والقدرة تتجزأ بنفس نسبة المقاومات $P_w = I^2R$
- المصباح الأكثر إضاءة أو الأكثر قدرة هو الأكبر مقاومة $P_W = I^2R$ (طردي)

زيادة مقاومة علي التوالي

تعمل علي

١) زيادة المقاومة الكلية
٢) نقصان التيار الكلي
٣) فرق جهد وقدرة كل مقاومة يقل

(١٤) R_t المكافئة توازي لمقاومات مختلفة $\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$ ولمقاومات متساوية $R_t = \frac{R}{N}$

ولمقاومتان مختلفتان $R_t = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$ ، وإذا كانت المقاومتين متساويتين فإن $R_t = \frac{R}{2}$

والقدرة المستنفذة في المقاومة تقل بزيادة قيمتها (عكسي) $P_w = \frac{V^2}{R}$

و لحساب مقاومة فرع توازي (فرق جهد أي فرع يساوي فرق جهد الفرع الثاني) $I_1 \times R_1 = I_2 \times R_2$

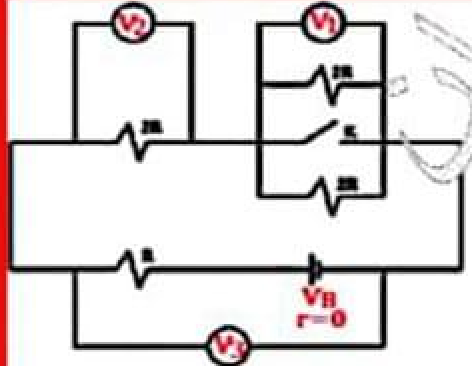
أو $I_{فرع} \times R_{فرع} = I_{كلية} \times R_{t\,توازي} = V_{مجموعة\,توازي}$ (فرق جهد المجموعة يساوي فرق جهد أي فرع)

وعند اتصال مقاومتين على التوازي $\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1}$ فإن الجزء الأكبر من التيار يمر في المقاومة الأصغر أي تكون نسب التيار عكس نسب المقاومات

محصلة التوصيل علي التوازي

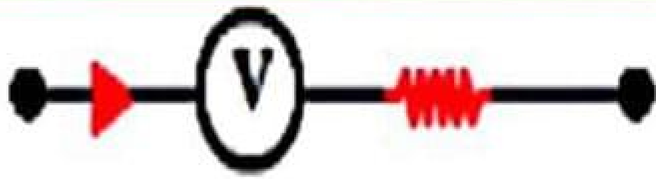
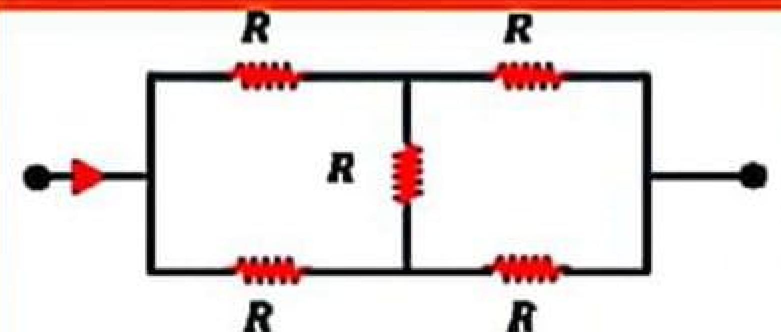
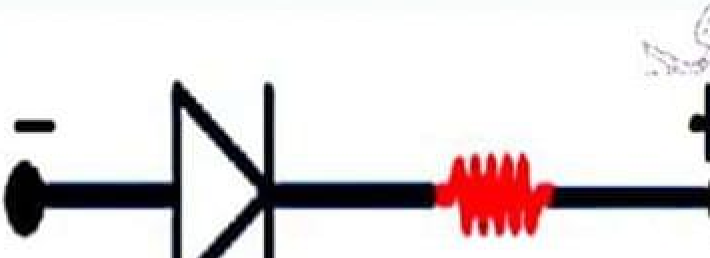
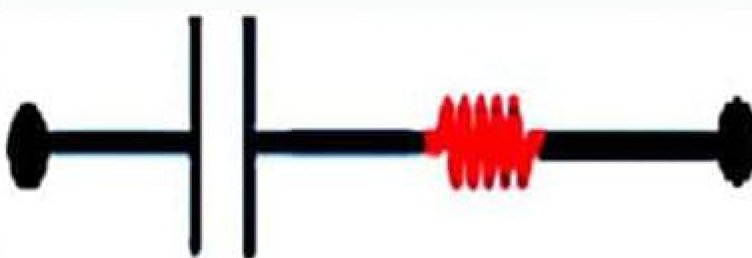
- يعمل على نقصان قيمة المقاومة .
- الجهد والقدرة ثابت في كل الأفرع $V_t = V_1 = V_2 = V_3$
(بإهمال المقاومة الداخلية للمصدر) ويقل بوجودها
- التيار يتجزأ بعكس نسبة المقاومات $I_t = I_1 + I_2 + I_3$
- المصباح الأكثر إضاءة أو الأكثر قدرة هو الأقل مقاومة $P_w = \frac{V^2}{R}$

زيادة المقاومات علي التوازي تعمل علي



١) نقصان المقاومة الكلية
٢) زيادة التيار الكلي ثم يتجزأ التيار
٣) فرق جهد كل فرع وقدرته ثابت (بإهمال المقاومة الداخلية للمصدر)
٤) فرق جهد كل فرع وقدرته تقل في وجود المقاومة الداخلية r

١٥) مقاومات لا يمر بها تيار كهربي فلا تحسب مع المقاومة المكافئة للدائرة

 عند التوصيل علي التوازي مع سلك عديم المقاومة	 عند التوصيل علي التوازي مع أميتر مهمل المقاومة	 عند التوصيل علي التوالي مع فولتميتر مقاومته لا نهائية
 عندما توصل كقنطرة بين نقطتين داخليتين في فرعي توازي بحيث تكون نسب الأذرع متساوية $\frac{R_4}{R_5} = \frac{R_6}{R_7}$	 عند التوصيل علي التوالي مع وصلة ثنائية موصلة توصيلاً عكسياً	 عند التوصيل علي التوالي مع مكثف في دائرة تيار مستمر وبعد تمام شحن المكثف (٣)